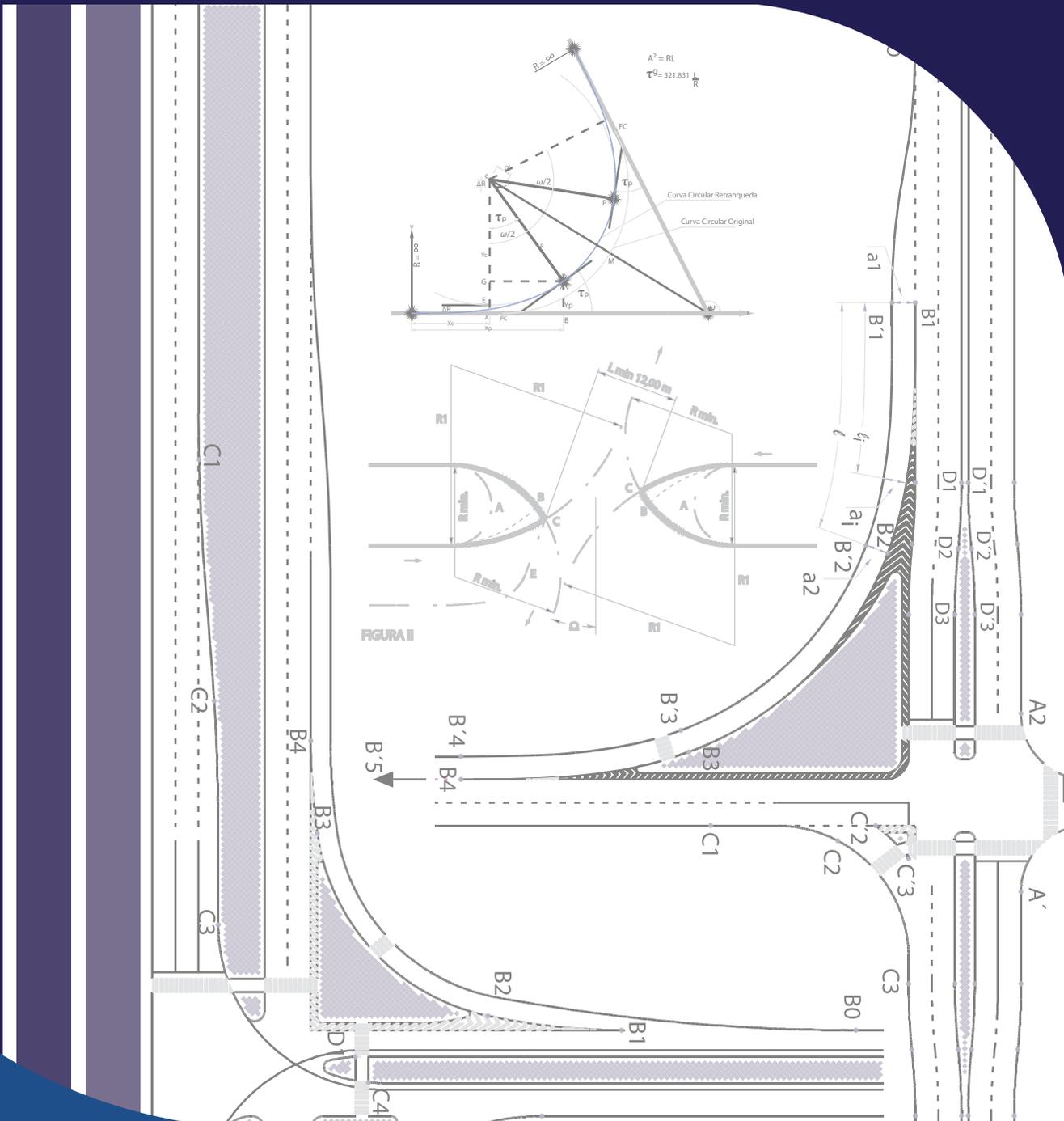


GOBIERNO DE CHILE  
**MINVU**

# MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

## DIVISIÓN DE DESARROLLO URBANO



# MANUAL DE VIALIDAD URBANA

## RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA

**DIARIO OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE CHILE  
VIERNES 2 DE ENERO DE 2009**

**MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO**

**APRUEBA NUEVO MANUAL DE VIALIDAD URBANA DENOMINADO RECOMENDACIONES PARA EL  
DISEÑO DE ELEMENTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA Y DEROGA DS N° 12, DE 1984**

Santiago, 5 de diciembre de 2008. – Hoy se decretó lo que sigue:

Núm. 827 exento.- Visto: La ley N° 16.391; el DL N°1.305 de 1975; el DFL N°458 (V. y U.), de 1975, en especial lo dispuesto en su inciso tercero; la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón, y el N° 6° del artículo 32 de la Constitución Política de la República de Chile,

Decreto:

Artículo 1°.- Apruébase con carácter indicativo el Manual de Vialidad Urbana denominado Recomendaciones para el Diseño de Elementos de infraestructura Vial Urbana, que se acompaña, el cual se entenderá formar parte integrante del presente decreto.

Artículo 2°.- Las recomendaciones contenidas en el texto que se aprueba por el presente decreto, se deberán tener presentes en tal carácter y si procedieren, en todas las obras viales urbanas que se contraten, aprueben, supervisen o ejecuten por los Servicios de Vivienda y Urbanización y, en general, por todo otro organismo público o privado que desarrolle alguna de dichas actuaciones.

Artículo 3°.- Derógase el DS N° 12 (V. y U.), de 1984 que aprobó el Volumen 3, denominado "Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana", del Manual de Vialidad Urbana.

Artículo 4°.- Las referencias que se contienen en los decretos y resoluciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo o en otros cuerpos normativos, al Volumen 3, denominado Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana, del Manual de Vialidad Urbana aprobado por DS N° 12 (V. y U.), de 1984, deben entenderse hechas al "Manual de Vialidad Urbana" denominado "Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial urbana", que se aprueba por el presente decreto.

Anótese y publíquese.- Por orden de la Presidenta de la República.

Patricia Poblete Bennett  
Ministra de Vivienda y Urbanismo

Lo que transcribo para su Conocimiento.-  
Paulina Saball Astaburuaga.  
Subsecretaria de Vivienda y Urbanismo

## Índice

<b>CAPÍTULO 1 ASPECTOS GENERALES</b>	<b>001</b>
<b>Sección 1.01 Antecedentes y Descripción del Volumen</b>	<b>001</b>
1.01.1 PLAN DE LA OBRA	001
1.01.2 CONTENIDO DEL PRESENTE MANUAL	002
1.01.3 ALCANCES Y PROFUNDIDAD DEL MANUAL	003
1.01.4 ESTRUCTURA DE LA PRESENTACIÓN	004
<b>Sección 1.02 Carácter de la Publicación</b>	<b>005</b>
1.02.1 NORMAS Y RECOMENDACIONES	005
1.02.2 APLICACIÓN DE OTROS CRITERIOS	006
1.02.3 RESPONSABILIDADES	006
<b>CAPÍTULO 2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL DISEÑO VIAL URBANO</b>	<b>007</b>
<b>Sección 2.01 Diseño y Transporte Urbano en un marco Histórico y Socio Económico</b>	<b>007</b>
<b>Sección 2.02 Factores que intervienen en el diseño vial urbano</b>	<b>011</b>
2.02.1 FACTORES REGULADORES	012
2.02.101 Políticas Generales	012
2.02.102 La Legislación	013
2.02.2 FACTORES SOCIALES	013
2.02.201 La Seguridad Ciudadana	013
2.02.202 La Continuidad Ambiental y el Uso del Suelo	015
2.02.203 Preservación Ambiental	015
1 Higiene Visual	
2 Higiene Acústica	
3 Higiene Atmosférica	
2.02.3 FACTORES GEOGRÁFICOS DEL ESPACIO AFECTADO	017
2.02.4 FACTORES FUNCIONALES	018
2.02.401 Características de los Usuarios	019
1 El Peatón	
a) Velocidad y Densidad de Flujos Peatonales	
b) Espacios Ocupados por los Peatones	
2 El Pasajero	
3 El Conductor	
a) Visión	
b) Tiempo de Percepción y Reacción	
4 El Ciclista	
2.02.402 Características de los Vehículos	027
2.02.403 Características Operacionales de la Demanda	037
1 Intensidad de Flujo	
2 Composición del Flujo	
3 Velocidades	
2.02.404 Características de los Viajes	042
1 Origen y Destino, Objetivos y Nivel de Ocupación	
2 Longitud de Viaje	
a) Largo	
b) Mediano	
c) Corto	
2.02.5 CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA	043
2.02.501 Velocidad de Diseño	043
2.02.502 Capacidad	044
1 Capacidad de Bandas Peatonales	
2 Capacidad en Vías Continuas	
a) Aspectos Generales	
b) Niveles de Servicio	
3 Capacidad de Intersecciones	
4 Capacidad de Ramales	

	a) Aspectos Generales	
	b) Niveles de Servicio en Ramales	
5	Capacidad en Tramos de Trenzado	
	a) Aspectos Generales	
	b) Niveles de Servicio en Tramos de Trenzado	
2.02.503	Visibilidad	060
1	Distancia de Visibilidad de Parada	
2	Visibilidad en Curvas Horizontales	
3	Visibilidad en Curvas Verticales	
4	Visibilidad en Intersecciones	
2.02.6	FACTORES ECONÓMICOS	073
<b>Sección 2.03 Clasificación de las Vías Urbanas</b>		<b>073</b>
2.03.1	ESQUEMA GENERAL DE LA CLASIFICACIÓN	073
2.03.2	DETALLE DE LAS CATEGORÍAS VEHÍCULARES	074
2.03.201	Vía Expresa	075
2.03.202	Vía Troncal	076
2.03.202	Vía Colectora	077
2.03.204	Vía de Servicio	078
2.03.205	Vía Local	079
<b>CAPÍTULO 3 LAS ZONAS PEATONALES</b>		<b>083</b>
<b>Sección 3.01 Descripción de las distintas zonas peatonales</b>		<b>083</b>
3.01.1	ACERAS	083
3.01.2	CALLES PEATONALES	084
3.01.3	PASEOS	084
3.01.4	PLAZAS	086
3.01.5	PLAZOLETAS	086
3.01.6	ISLAS REFUGIO	086
3.01.7	ESQUINAS	088
<b>Sección 3.02 Elementos de Diseño de las Zonas Peatonales</b>		<b>089</b>
3.02.1	FRANJAS CONTINUAS	089
3.02.101	Veredas: Parte Pavimentada de la Acera	089
1	Planta	
	a) Alineación	
	b) Ancho	
2	Sección Transversal	
3	Elevación	
3.02.102	Otros Elementos en Franjas Continuas	090
1	Soleras	
2	Franjas para Plantaciones	
3	Iluminación	
4	Señalización	
5	Bandas para Detenciones	
6	Topes	
7	Vallas Peatonales	
	a) Aspectos Generales	
	b) Propósitos	
	c) Definiciones	
	d) Geometría del Conjunto	
	e) Especificaciones de los Componentes	
	f) Resistencia y Carga de Diseño	
	g) Terminaciones	
8	Parquímetros	
9	Mobiliario y Publicidad	
3.02.2	ESPACIOS DISCONTINUOS	100
3.02.201	Espacios para Detenciones	100
1	En Paradas de Locomoción	
2	Frente a Cruces de Calzadas	
3	Frente a Lugares de Espectáculos	
4	Frente a Escuelas	

3.02.202	Terrazas	102
3.02.203	Publicidad	103
3.02.3	DISPOSITIVOS ESPECIALES	103
3.02.301	Paseos Peatonales a Distinto Nivel	103
1	Pasos Inferiores	
2	Pasos Superiores	
3.02.302	Accesos	104
1	Escaleras	
2	Rampas Escalonadas	
3	Rampas	
4	Escaleras Mecánicas	
5	Huella Táctil	

## CAPÍTULO 4 LAS ZONAS MIXTAS 111

### Sección 4.01 Pasajes y Calles-Veredas 111

4.01.1	ASPECTOS GENERALES	111
4.01.2	RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALLES VEREDAS	113
4.01.3	VEHÍCULOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE CALLES-VEREDAS	113
4.01.4	MANIOBRAS DEL VEHÍCULO TIPO MÁXIMO PARA CALLES-VEREDA	114
4.01.5.1	PLANTA DE LAS BANDAS CONTINUAS	120
4.01.6	PERFIL LONGITUDINAL	127
4.01.7	SECCIONES TRANSVERSALES	127

### Sección 4.02 Cruces de Calzada 127

4.02.1	ASPECTOS GENERALES	127
4.02.2	CRUCES DE PEATONES EN SECCIÓN NORMAL DE UNA VÍA	128
4.02.3	CRUCES DE PEATONES EN LAS ESQUINAS	129
4.02.4	CONSIDERACIONES EN TORNO A LA DEMARCACIÓN PEATONAL	132
4.02.5	DISPOSITIVOS PARA RODADOS EN CRUCES	132

### Sección 4.03 Bandejes 134

### Sección 4.04 Accesos a la Propiedad en Vías No Expresas 135

4.04.1	ASPECTOS GENERALES	135
4.04.2	ACCESO TÍPICO (ESTACIÓN DE SERVICIO)	137
4.04.3	CÁLCULO DE LA DISTANCIA $d_1$ y $d_2$	138
4.04.4	INTERSECCIONES CON VEREDAS	142

## CAPÍTULO 5 ZONAS VEHICULARES EN SECCIÓN NORMAL 143

### Sección 5.01 Diseño Geométrico de Alineamientos 143

5.01.1	EL EJE DE REPLANTEO	143
5.01.2	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	145
5.01.201	Alineaciones Rectas	145
1	Aspectos Generales	
2	Longitudes Máximas	
3	Longitudes Mínimas	
5.01.202	Curvas Circulares	146
1	Descripción	
2	El Problema Dinámico	
a)	El Coeficiente de Fricción Transversal	
b)	La Inclinación Transversal	
c)	La Relación entre las Variables	
3	Radios Mínimos	
4	Radios Mínimos con Contraperalte	
5	Radios Sobre los Mínimos	
6	Desarrollos Mínimos	
5.01.203	Las Clotoides	159
1	Descripción	
2	Ventajas del Uso de las Clotoides	
3	La Elección de la Clotoide	
a)	Condición Dinámica	
b)	Verificación por Transición de Peraltes	
c)	Condición Visual y Estética	

5.01.204	Alineaciones Compuestas	163
1	Configuraciones Recomendables	
	a) Curva Circular con Clotoide de Enlace	
	b) Curva en "S"	
	c) Ovoide	
	d) Ovoide Doble	
2	Configuraciones Límite	
	a) Curva Circular sin Clotoide	
	b) Reemplazo de la Clotoide por un Círculo	
	c) Curvas Circulares Contiguas	
3	Configuraciones No Recomendables	
	a) Clotoides en Vértice	
	b) Falso Ovoide	
	c) Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas	
5.01.205	Transiciones de Peraltes	170
1	Descripción del Problema y Pendiente Relativa de Bordes	
2	Longitudes para la Transición del Peralte	
3	Transición cuando no existen Clotoides	
	a) Proposición del Peralte a Desarrollar en Recta	
	b) Ejemplos de Transición cuando no existen Clotoides	
4	Transiciones con Clotoides.	
5.01.206	Calles sin Salida	182
5.01.207	Trazado en Planta de Facilidades para Ciclistas	182
5.01.3	ALINEAMIENTO VERTICAL	184
5.01.301	Descripción	184
5.01.302	Inclinación de las Rasantes	185
1	Pendientes Máximas Admisibles y sus Restricciones	
2	Pendientes Mínimas	
5.01.303	Enlace de Rasantes	186
1	Descripción	
2	Parámetros Mínimos	
	a) Curvas Convexas	
	b) Curvas Cóncavas	
3	Longitudes Mínimas de Curvas Verticales	
4	Drenaje en Curvas Verticales	
<b>Sección 5.02 Elementos Definidos en la Sección Transversal</b>		<b>189</b>
5.02.1	ASPECTOS GENERALES	189
5.02.101	Definiciones	189
5.02.102	Alcances y Propósitos de la Presente Sección	189
5.02.103	Nomenclatura para Perfiles Tipo	189
5.02.2	LAS CALZADAS	192
5.02.201	Definición	192
5.02.202	Pistas de Circulación	193
1	Aspectos Generales	
2	Tipos de Pista	
	a) Pistas Normales	
	b) Pistas Solobus	
	c) Pistas Laterales	
	d) Ciclovías	
3	Nomenclatura	
4	Ancho de las Pistas	
	a) Ancho Recomendables y Mínimos	
	b) Repartición de Excedentes	
	c) La Demarcación: Consideraciones sobre su Ancho	
5	Variaciones del Ancho de las Pistas	
6	Inclinación Transversal de las Pistas	
5.02.203	Las Bandas Longitudinales	200
1	Las Bandas de Estacionamiento	
2	Las Ciclobandas	
5.02.204	Modificaciones al Ancho de la Calzada	202

1	Variación del Número de Pistas	
2	Aparición y Desaparición de Bandas de Estacionamiento	
3	Aparición y Desaparición de Ciclobandas	
4	Variación del Ancho de Pistas en Recta	
5	Generación de Zonas de Parada de Buses	
6	Sobreancho en Curvas	
5.02.205	Inclinación Transversal de las Calzadas	208
1	Bombeos	
2	Peraltes	
5.02.3	ESTACIONAMIENTOS SEGREGADOS	211
5.02.301	Aspectos Generales	211
5.02.302	Dimensiones	211
5.02.303	Accesos	212
5.02.4	BANDEJONES Y MEDIANAS	213
5.02.401	Aspectos Generales	213
5.02.402	Ancho de Bandejes y Medianas	214
5.02.403	Pendientes Transversales de Bandejes y Medianas	218
5.02.5	BERMAS Y SOBREAÑCHOS DE COMPACTACIÓN (VÍAS EXPRESAS)	219
5.02.501	Aspectos Generales	219
5.02.502	Anchos de Bermas y S.A.C.	220
5.02.503	Pendientes Transversales de las Bermas y S.A.C.	220
5.02.6	LAS SOLERAS	222
5.02.601	Aspectos Generales	222
5.02.602	Tipos de Soleras	223
1	Soleras Normales: Tipo A, B y C	
2	Soleras Especiales	
	a) Tipo A, B y C	
	b) Montable	
	c) Solerilla	
5.02.7	LUCES LIBRES (GALIBOS)	227
5.02.701	Aspectos Generales	227
5.02.702	Luces Libres Laterales	227
5.02.703	Luces Libres Verticales	228
5.02.8	PREFILES TIPOS	229
	<b>Sección 5.03 Principios de Composición</b>	<b>236</b>
5.03.1	INTEGRACIÓN EN EL LUGAR	236
5.03.2	PUNTO DE FUGA	236
5.03.3	PROPORCIÓN ENTRE ESPACIOS LIBRES Y VEHÍCULARES	237
5.03.4	RITMO DEL PERFIL	237
5.03.5	ANCHO DEL TERRAPLEN CENTRAL	237
5.03.6	PERFIL ASIMÉTRICO	238

## CAPÍTULO 6 ZONAS VEHICULARES EN INTERSECCIONES

239

### Sección 6.01 Aspectos Generales

239

6.01.1	DEFINICIONES	239
6.01.2	ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO	239
6.01.3	PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO	241
6.01.301	Preferencia de los Movimientos Principales	241
6.01.302	Reducción de las Áreas de Conflicto	241
6.01.303	Perpendicularidad de las Trayectorias cuando se cortan	241
6.01.304	Paralelismo de las Trayectorias cuando Convergen o Divergen	241
6.01.305	Separación de los Puntos de Conflicto	241
6.01.306	Separación de los Movimientos	242
6.01.307	Control de la Velocidad	242
6.01.308	Control de los Puntos de Giro	242
6.01.309	Creación de Zonas Protegidas	242
6.01.310	Visibilidad	243
6.01.311	Previsión	243
6.01.312	Sencillez y Claridad	243

6.01.4	TIPOS DE INTERSECCIONES	243
6.01.401	Empalmes (3 Ramales)	243
6.01.402	Cruces (4 Ramales)	243
6.01.403	Encuentros (Más de Cuatro Ramales)	244
6.01.404	Intersecciones Giratorias	247
1	Rotondas	
2	Míni-Rotondas	
6.01.5	INFLUENCIA DE LA FORMA Y SUPERFICIE DE LOS CRUCES SOBRE LA CAPACIDAD	248
6.01.501	Relación entre Superficie y Capacidad	248
6.01.502	Relación entre Forma y Capacidad	248
<b>Sección 6.02 Elementos de Diseño de Intersecciones</b>		<b>253</b>
6.02.1	DEFINICIÓN EN PLANTA	253
6.02.101	Ejes de Replanteo	253
6.02.102	Radio Mínimos	255
1	Radio Mínimos para Velocidades muy Bajas	
2	Radio Mínimos en Intersecciones sin Canalizar y $V \leq 20$ km/h	
3	Radio Mínimos en Intersecciones Canalizadas y $V > 20$ km/h	
6.02.103	Curvas de Transición	264
1	Clotoides	
2	Curvas Circulares Compuestas	
6.02.104	Ancho de Pavimento en Remales	264
6.02.105	Terminales Simples	267
6.02.106	Pistas de Cambio de Velocidad	268
1	Aspectos Generales	
2	Pistas de Aceleración	
3	Pistas de Deceleración	
4	Pistas Centrales de Deceleración y Espera	
6.02.107	Islas	287
6.02.108	Tratamiento de Puntas en Empalmes	287
1	Definiciones	
2	Puntas en Empalmes de Salida	
3	Puntas en Empalmes de Entrada	
6.02.109	Generación de Medianas y Bandejonos en Intersecciones	293
6.02.110	Aberturas de Mediana	293
1	Aspectos Generales	
2	Abertura Mínima de la Zona de Cruce	
3	Trazados Alternativos para Rematar la Mediana Interrumpida	
4	Trazados Mínimos para Giros a la Izquierda	
5	Trazados sobre los Mínimos en Giros a la Izquierda	
6	Medianas Ensanchadas para Cruce por Etapas	
7	Giros en U en Torno a la Mediana	
8	Ancho de Mediana y Tipo de Maniobra Asociada al Giro en U	
9	Aplicación de los Trazados Medianas Abiertas a las Islas Divisorias en Intersecciones	
6.02.111	Intersecciones con Vías de Servicio Laterales	308
6.02.112	Ciclopistas en Intersecciones	311
1	Intersecciones Desniveladas	
2	Intersecciones a Nivel	
3	Intersecciones en la Calzada	
6.02.2	ALTIMETRÍA DE LAS INTERSECCIONES	314
6.02.201	Aspectos Generales	314
6.02.202	Desarrollo de Peraltes en Terminales de Giro	317
1	Aspectos Generales	
2	Aristas entre Calzada y Superficies Anexas	
3	Transición de Peraltes	
6.02.203	Principios Básicos para la Definición de la Elevación de Intersecciones en Plataforma Única	320

## Edición REDEVU 1984

El volumen de 1984 fue encargado por la Comisión de Transporte Urbano (CTU) a su Secretaría Ejecutiva (SECTU) durante el año 1981. En su Ejecución Participaron los siguientes profesionales

Dirección y Coordinador del Proyecto	Ing. Dr. Enrique Fernandez Larrañaga Secretario Ejecutivo de la CTU
Autor	Ing. Jaime Valenzuela Scholz Consultor en Diseño Vial
Colaboradores	
Jerarquización de la Red Vial	Ing. Vicente Pardo Diaz Coordinador Técnico de la SECTU
Acceso a Estaciones de Servicio	Ing. Eduardo Nuñez Soto Esp. Evaluación de Proyectos
Computación (Tablas Visibilidad)	Ing. Henry Malbran Rojas Analista de Sistemas
Vallas Peatonales	Ing. Milton Bertin Jones Esp Sistemas de Control
Mecanografía Original	Edith Duran Perez Secretaria SECTU
Dibujo de láminas	Verónica Herrera Cuevas Cartógrafo

## Revisión Volumen año 1984 por parte del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

Arqto. Teresa Sancho Pernas	Jefe División Desarrollo Urbano MINVU
Ing. Jaime Tellez Tellez	Dpto. de Normas y Estándares de la D.D.U.
Ing. Marcelo Longas Uranga	Dpto. Desarrollo Urbano SEREMI
Ing. Francisco Osorio Mancilla	Dpto. de Normas y Estándares de la D.D.U.

## Revisión Volumen año 2009

Arqto. Luis Eduardo Bresciani Lecannelier	Jefe División Desarrollo Urbano
---	---------------------------------

## Mesa Técnica Interministerial Revisión 2009

Coordinador Mesa Técnica Interministerial	Humberto Luna Cabeza Ing. Departamento de Obras Urbanas MINVU
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Claudio Luna González Ricardo Carvajal González
Ministerio de Transportes	Franz Kroeger Claussen Carlos Moya Saavedra Álvaro Henríquez Aguirre Carolina Calderón Hevia
SEREMI MINVU	Jaime Téllez Téllez
SERVIU RM	Joel Prieto Villarreal
SEREMI MTT	Lorena Araya Carvajal
SECTRA	Hernán Silva Bórquez
Conaset	Roberto Donaire Cocca

## **MANUAL DE VIALIDAD URBANA**

### **INTRODUCCIÓN**

El Manual de Vialidad Urbana fue un proyecto patrocinado por la Comisión de Transporte Urbano y Aprobado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para su aplicación a nivel nacional durante el año 1982. El proyecto original contemplaba una serie de cinco volúmenes en los cuales se establecerían procedimientos y recomendaciones para la planificación, diseño, construcción y operación de obras pertinentes a la Vialidad Urbana.

El presente volumen corresponde al área de diseño vial y es una versión actualizada del originalmente denominado "Volumen 3 Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana". Esta actualización se realizó en base a la experiencia recopilada y el desarrollo tecnológico de los últimos 25 años

### 1.01.1 PLAN DE LA OBRA

El tema central del presente Manual es el diseño geométrico de los elementos principales de la infraestructura vial urbana, la cual se entenderá como el conjunto de calles, intersecciones y enlaces que permiten el tránsito de vehículos y personas dentro de una ciudad.

Este es un tema complejo. No se puede pensar en abarcar todos sus aspectos y resultaría pretencioso intentar relacionar la geometría de dichos elementos con todos o cada uno de los factores que inciden en el problema, provenientes tanto de las esferas técnicas involucradas como de diversos campos de la vida ciudadana.

El plan de esta obra ha consistido principalmente en extraer, de una copiosa bibliografía, una serie de criterios cuya validez y eficacia han sido comprobadas en el extranjero y cuya aplicabilidad a nuestra realidad parece razonable, a pesar de las diferencias presentes en algunos aspectos, tales como los parques de vehículos y las características de los usuarios. Ocasionalmente se ha debido adaptar la información a nuestras peculiaridades o incluir datos provenientes de la práctica e investigación local.

En general, el alcance de esta obra, así como su profundidad, han sido limitados principalmente por algunos detalles prácticos. Entre otros: la enorme cantidad y variedad de información existente, muchas veces inaccesible; la constante actividad investigadora, que no permite sentar criterios inamovibles en torno a un tema de tanto dinamismo; la inexistencia de recursos que permitan realizar experimentos o mediciones locales, de manera de contar con una publicación que oriente las labores de proyectistas y autoridades locales y que uniforme algunos aspectos de diseño en los cuales se ha observado que las decisiones intuitivamente tomadas, además de resultar con frecuencia equivocadas, conducen más a la confusión de constructores y usuarios que a los beneficios de la libertad creadora.

Sin embargo, es preciso aclarar que esta uniformación, que constituye uno de los objetivos principales de este trabajo, no pretende ni puede rigidizar el diseño de la vialidad urbana. En efecto, dicho diseño, por pertenecer a un campo en el cual se imbrican aspectos y disciplinas de variada índole: técnica, humanística, práctica y artística, siempre será una actividad supeditada a los designios de un criterio integrador, el cual administrará las especificaciones contenidas en este volumen, respetando sus fundamentos y sus valores, pero también conciliándolas y armonizándolas dentro de una totalidad tan flexible como dicho criterio.

En plena concordancia con este espíritu, el Manual se ha estructurado de tal modo que en la práctica pueda adaptarse a los cambios que imponga la evolución de los acontecimientos que le atañen, ya sea corrigiéndolo, adaptándolo o extendiéndolo (véase 1.01.4).

Se pretende también que la recopilación y publicación de este tipo de información, por lo general dispersa y muchas veces ignorada, permita un acceso fácil a la misma, especialmente a los profesionales jóvenes. Ello contribuye a fijar ciertos conocimientos y a promover opiniones en torno al enfoque con que se presentan algunos conceptos.

Esto nos lleva a formular el último de los propósitos centrales de la obra: promover el desarrollo de una cultura específica en torno al tema, en la medida que este esfuerzo haga posible.

### 1.01.2 CONTENIDO DEL PRESENTE MANUAL

Con estos propósitos en mente, se buscó la organización que parecía más clara para presentar la gran variedad de materias que el volumen toca, cita o desarrolla. A continuación se presentan los seis capítulos en los cuales éste se ha dividido, resumiéndose sus contenidos y haciendo algunas consideraciones con respecto a las finalidades específicas que se persiguen con dichas organización y materias.

- **CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES:** Además de los propósitos generales expuestos y de este resumen de contenidos, en lo restante del primer capítulo se explicará la peculiar estructura numérica que ordena las materias del volumen, se precisarán el alcance del carácter normativo de la publicación, así como la flexibilidad de sus recomendaciones, se definirán las responsabilidades del proyectista en cuanto al uso del volumen.

- **CAPITULO 2 INTRODUCCION AL PROBLEMA DEL DISEÑO URBANO:** En este capítulo se plantea inicialmente el problema del diseño como una de las partes del amplio total que supone la vida en comunidad. Con esta perspectiva se desarrollan los factores más relevantes que intervienen en él: Políticos, Sociales, Físicos, Operacionales y Económicos. La extensión y profundidad de este tratamiento guarda relación con la proximidad del diseño mismo a estos factores dentro del contexto general planteado.

Por último, se fundamenta y expone una clasificación de las vías urbanas, aceptando que la jerarquización y especialización de vías – y por lo tanto de redes – permite orientar el diseño de acuerdo a las características consideradas para plantear la clasificación y, muy importante, que la coherencia resultante redunde en un mejor aprovechamiento de los recursos.

- **CAPITULO 3 ZONAS PEATONALES:** Este capítulo está dedicado a realzar los espacios que el peatón utiliza de manera exclusiva dentro de la plataforma pública, con el fin de llamar la atención hacia el rol protagónico del mismo en la vía pública. Veredas, Calles Peatonales, Paseos, Plazas, Plazoletas, Terrazas, Esquinas y Refugios son realzados, más que nada, por el solo hecho de tratarlos al nivel merecido; esto es, al mismo nivel de las zonas vehiculares. Dentro de estos espacios, se abordan algunas normalizaciones posibles de los principales elementos distinguibles de las mismas: franjas continuas para tránsito, señalización, plantaciones, iluminación y accesorios varios, y espacios discontinuos para los mismos elementos en otras configuraciones y para detenciones o esperas peatonales.

- **CAPITULO 4 ZONAS MIXTAS:** Estas zonas son calles-vereda, cruces peatonales de calzada y entradas de autos; o sea, todas aquéllas en las que peatones y vehículos pueden indistintamente encontrarse. Especial énfasis se ha puesto en las calles-vereda, por considerarse que éstas, frente al diseño tradicional de las calles locales menores, representan una alternativa que interpreta y sirve los intereses de una comunidad que cada día toma más conciencia de la incompatibilidad entre el funcionamiento libre de los vehículos y el agrado ambiental.

## Alcances y Profundidad del Manual

- **CAPITULO 5 ZONAS VEHICULARES EN SECCION NORMAL:** Este capítulo aborda el diseño geométrico de las vías, sin considerar las peculiaridades que representan las intersecciones y sus elementos. El problema se centra en la resolución geométrica de un eje de replanteo de la calzada, a partir del cual se define la posición de los distintos elementos de la vía. Así entonces, el capítulo se divide en dos secciones: una dedicada al diseño de alineamientos y otra a los elementos de la sección transversal. La primera define cualitativamente los ejes y entrega normas para su definición analítica en planta y elevación. La segunda normaliza dimensiones, posiciones relativas y otras características de pistas, zonas de estacionamiento, bermas y sobreechamientos laterales, bandejoneras y medianas, soleras, luces libres y gálibos. Se plantean nomenclaturas para secciones y pistas.

- **CAPITULO 6 ZONAS VEHICULARES EN INTERSECCIONES:** Primero se presenta una serie de definiciones y principios básicos que atañen al diseño de intersecciones, las que desembocan en una tipificación de las mismas y una visión general de la influencia de sus formas en la capacidad.

A continuación se definen y normalizan las dimensiones de los elementos del diseño de las intersecciones (ejes, calzadas, terminales, islas y medianas), tanto en planta como en elevación.

### 1.01.3 ALCANCES Y PROFUNDIDAD DEL MANUAL

El presente Manual como ya se dijo, está dedicado fundamentalmente al diseño geométrico de los distintos elementos que configuran las calles e intersecciones de una ciudad (Se consideran centros poblados en que se conforma una trama vial de calles y pasajes).

Su alcance en este sentido llega hasta aquellas vías periféricas que conectan la vialidad urbana (\*) con la rural, pudiendo quedar esta última fuera de su campo de acción. El proyectista debe recurrir al Manual de Carreteras, editando en varios volúmenes por la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, para resolver los temas relativos a dichas infraestructuras propiamente de caminos públicos.

Su ámbito de aplicación se autoexplica en general por el contenido del Texto, no obstante también se hace extensiva su aplicación, cada vez que sea posible, a todo tipo de diseños que guarden relación con las materias que trata la Ley General de Urbanismo y Construcciones.

Aún dentro del campo así acotado, ninguna de las posibilidades del diseño vial urbano es abordada en forma exhaustiva, ya que ello excedería vastamente el alcance posible de esta publicación, que no pretende sino dar los elementos estrictamente indispensables para resolver los problemas más frecuentes que se presentan dentro de la esfera de su competencia.

Por ejemplo, ha sido considerado inoportuno tratar el caso de las autopistas urbanas, pudiéndose consultar aspectos del diseño de sus elementos, en el caso de ser esto necesario, en el referido Manual de Carreteras, y aplicar si es preciso todos los mínimos y máximos absolutos allí contemplados, con el fin de adecuar la geometría de su tronco y de sus enlaces a las mayores limitaciones que impone el caso urbano. Esto sin perjuicio de que una prevista extensión del presente volumen para abordar el tema de las intersecciones urbanas a desnivel (enlaces), cubra una revisión de la normativa relativa al diseño de autopistas urbanas (Tema de estudios pendientes).

(\*) La Vialidad Urbana incluye las vías que están tanto en el área urbana como en el área de expansión urbana.

Por el contrario, es oportuno insinuarse en torno al tema de los diseños especiales para bicicletas, por presentar este modo de transporte interesantes potencialidades frente a las crecientes dificultades planteadas por y para los demás modos, como lo demuestra la importancia que han adquirido bicicletas y bicimotos en algunos países desarrollados. En atención a esto, se aprovecha la ocasión para manifestar las primeras inquietudes en este campo, a través de la consideración de bandas para bicicletas y algunos esquemas para resolver el acceso de éstos a las intersecciones.

Asimismo, se han planteado temas relativos a los diseños preferenciales para peatones (minusválidos incluidos) y para la locomoción colectiva, cuyas ventajas han sido comprobadas más allá de cualquier escepticismo.

Así entonces, el alcance del presente Manual se extiende a estos temas, con grados de profundidad que están de acuerdo a las posibilidades que ellos presentan en la ciudad chilena del futuro próximo.

En cuanto al nivel del tratamiento de las demás materias, ésta variará desde la simple mención o la referencia a otras publicaciones hasta el planteamiento casi didáctico, cuando ello parezca útil a los propósitos de la publicación.

Por otra parte, en este Manual se ha considerado necesario referir su específico contenido a contextos más amplios como son el transporte, el urbanismo y el marco socio-económico en general.

Esto se hace con plena conciencia de que muchos de los factores que aquí se esbozan y que acuden al diseño vial urbano, desde esferas vecinas o distantes que engloban su particular campo de acción, podrían ser materia de otros volúmenes, por lo que en el futuro podrían quedar duplicadas. De acuerdo con esto, dichos temas han sido tratados en forma introductoria, con extensiones que varían en relación directa a su proximidad con el diseño geométrico, y por lo general apuntando a ofrecer los datos estrictamente necesarios para resolver los problemas más frecuentes. En muchos casos, lo que se pretende es poco más que llamar la atención hacia la necesidad de ampliar perspectivas en el proceso de comprensión de la problemática del diseño de elementos viales.

Por último, al ser los destinatarios del presente Manual, técnicos con distintas formaciones, es inevitable que para algunos de ellos habrá tratamientos que parecerán obvios y hasta superficiales. A estos técnicos se les pide considerar que dichos temas pueden ser, para otro profesional, complementarios de conocimientos que profundizan en una dirección distinta.

### **1.01.4 ESTRUCTURA DE LA PRESENTACION**

El contenido del presente volumen se presentará siguiendo una estructura de subdivisión y numeración que, además de clasificar la progresión de las materias, permite la extensión, reducción o reemplazo de cualquiera de los temas tratados, para así mantener la validez del texto a través de las actualizaciones que la práctica recomiende. Se agrega en esta actualización 2006 la numeración de páginas, índice y glosario.

Se considera que este Manual podrá formar parte de un futuro conjunto de textos con materias que se relacionan con el diseño dentro de la secuencia que habitualmente pueden seguir los proyectos relativos a la vialidad y transporte urbano.

Normas y Recomendaciones

El Manual estará dividido en capítulos y secciones con sus respectivos números según el ordenamiento de la anterior versión de este Manual el cual contempla una nueva numeración de páginas.

Cada volumen se presenta subdividido según una jerarquización de seis niveles. Estas subdivisiones se han denominado, dispuesto y numerado – según un sistema decimal abierto – tal como se ha hecho en el Manual de Carreteras del M.O.P., con lo que se consigue uniformar este tipo de publicación. El sistema puede ser ilustrado con un ejemplo:

JERARQUIA	NUMERO	PRESENTACIÓN DEL TITULO
CAPITULO	3	<b>CAPITULO 3 ZONAS PEATONALES</b>
SECCION	3.02	SECCION 3.02 ELEMENTOS DE DISEÑO DE LAS ZONAS PEATONALES
TOPICO	3.02.1	<b>3.02.1 FRANJAS CONTINUAS</b>
PARRAFO	3.02.101	<b>3.02.102 Franjas para Tránsito Peatonal</b>
ACAPITE	3.02.101(1)	<b>(1) Planta</b>
LETRA	3.02.101(1)a)	a) Alineación

Nota: Este ejemplo ilustra que al tema relativo a la alineación, como aspecto del diseño en planta en franjas continuas, que constituyen elementos de diseño de las zonas peatonales, le corresponde el número de acápite 3.02.101(1)a), que es el que aparecerá si se debe hacer referencia a él en otro punto del Manual. Sin embargo, en el texto mismo se explicita la letra solamente, obviando el resto por razones prácticas.

SECCION 1.02 CARACTER DE LA PUBLICACIÓN

1.02.1 NORMAS Y RECOMENDACIONES

La multiplicidad de factores que gravitan sobre el diseño vial urbano hace que este Manual no pueda tener un carácter normativo, siendo por lo tanto de carácter indicativo.

Sin embargo, estas recomendaciones deberán ser atendidas en la medida de que con ello sea posible y razonable aumentar la seguridad del usuario, la calidad del servicio o la vida útil de la obra misma.

La particularidad de este Manual es que sus recomendaciones se encuentren inmersas en un tratamiento que por lo general excede el campo de la ingeniería, por las razones que se han dado anteriormente.

Esto hace que en muchas de sus partes el texto pase a ser, más bien, una exposición de planteamiento que resumen, de la manera más imparcial posible, los criterios más frecuentes entre los especialistas del ramo. Esto último, sin perjuicio de que dichos criterios se puedan ver modificados según la dinámica de las investigaciones que se realizan constantemente en este campo.

### 1.02.2 APLICACION DE OTROS CRITERIOS

Desde el momento que esta publicación no puede ni pretende agotar el tema que la inspira, se prevé que en numerosas ocasiones pueda presentarse un problema que exceda su alcance.

También puede ocurrir que en alguna circunstancia muy específica convenga aplicar valores distintos de los contenidos en el Manual.

En uno y otro caso, el proyectista podrá aplicar normas extranjeras cuya solvencia esté sancionada por la práctica internacional, debiendo éste dejar constancia de ellas en sus informes.

En este aspecto conviene hacer notar la relación que existe con otros documentos:

#### a) Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

Las disposiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones prevalecen sobre las del presente Manual, cuya versión actualizada deberá ser aprobada mediante D.S. al igual que su versión anterior, que regía desde 1984.

#### b) Manual de Carreteras

En este Manual se efectúa algunas referencias al Manual de Carreteras del MOP, en ciertas materias que se estima tratan ambos en forma complementaria, especialmente en vías urbanas que han sido o serán declaradas Camino Público.

### 1.02.3 RESPONSABILIDADES

La aplicación de las materias contenidas en el presente Manual no reemplaza el conocimiento ni a la experiencia del especialista, que debe conciliar los términos redactados con las peculiaridades del problema a resolver, de acuerdo con su criterio profesional.

Por esto, el proyectista será responsable exclusivo de su trabajo, no pudiendo eximirse de esta responsabilidad aduciendo el uso literal de las recomendaciones incluidas en este texto.

## CAPITULO 2 INTRODUCCION AL PROBLEMA DEL DISEÑO VIAL URBANO

Se ha dicho que el presente Manual pretende asistir y orientar el proceso de diseño geométrico de los dispositivos más frecuentes en la infraestructura vial urbana, en este capítulo se definen consideraciones de diseño generales y representa una transición entre el capítulo 1 anterior y las especificaciones de detalle más técnicas de los capítulos posteriores.

Dicho proceso culmina con la producción de una serie de planos y documentos que permiten representar, en planta, elevación y cortes, las características geométricas de cada uno de los elementos que configuran dicho dispositivo, así como las posiciones relativas de los mismos entre sí.

Este trabajo, a su vez, tendrá un destino concreto: dirigir la materialización de una obra vial que sirva a una demanda específica de transporte, respetando también una serie de exigencias externas que es preciso conciliar o combinar con dicha demanda para optimizar la calidad de la vida urbana en el entorno afectado.

El aspecto rector de dicha optimización es el económico, de cuyo campo surgen los métodos para evaluar las alternativas posibles y decidir la solución que, dentro de los recursos disponibles, mejor responde a las necesidades de la comunidad.

De este planteamiento se desprende que por limitado que sea el tratamiento que se haga de los aspectos geométricos del diseño, no se puede eludir la tarea de situar el problema dentro de un espectro más amplio, acotado primero por la realidad urbana que lo engloba y en última instancia por la realidad nacional.

En las secciones que siguen se aborda esta tarea con un doble propósito: presentar los factores que intervienen en el diseño, de una manera global primero y específica después, interpretándolos y conjugándolos para facilitar una clasificación de las vías urbanas que los refleje y que a la vez sea útil para enfocar el diseño.

### SECCION 2.01

#### DISEÑO Y TRANSPORTE URBANO EN UN MARCO HISTORICO Y SOCIO-ECONOMICO

El crecimiento de las ciudades, en superficie, densidad y número de habitantes, se produce interrelacionadamente con la diversificación y complicación de las actividades de sus ciudadanos.

Por convenir a esta exposición, consideraremos que estas actividades pueden ser enfocadas desde el punto de vista de sus productos, lo que a su vez permite agruparlas según una clasificación simple: agrícolas, comerciales, industriales y otras.

Se puede observar que al predominio de cada una de estas actividades, que por lo general se ha ido dando en forma sucesiva a lo largo de la historia de una ciudad típica, corresponde, también sucesivamente, una de las siguientes formas de vida gregaria: caserío rural, aldea comercial, pequeña ciudad industrial y gran ciudad.

Cada una de estas formas urbanas ha planteado problemas peculiares a sus habitantes, en todos los planos en los que los diversos intereses, de los individuos primero y de los distintos sectores productivos después, han confluído, a veces antagónicamente.

En el plano del transporte, estos problemas siguieron una trayectoria que se vio profundamente alterada por la aparición del vehículo autopropulsado, el cual, al multiplicar las velocidades de desplazamiento, amplió drásticamente las posibilidades humanas de visitar y ocupar las superficies aptas para su funcionamiento.

Las estructuras viales de épocas anteriores, coherentes con urbanismos que presentaban dinámicas menos enérgicas, lograron acomodar, inicialmente, una cierta cantidad de estos vehículos. Paralelamente se empezó a aplicar el invento a los modos de transporte colectivo.

Sucedió entonces que las ciudades empezaron a expandirse. Por una parte, los crecientes grupos de menores ingresos, que no podían encarar el costo de las viviendas próximas a los centros de actividades, pudieron instalarse en áreas que quedaban habilitadas para esos fines por la aparición de líneas de transporte público, lo cual evidentemente corresponde a un ascenso en el estándar de vida de dichos grupos. Por otra parte, también los sectores más pudientes buscaron mejores condiciones de vida en la periferia.

Esta expansión, así como los sucesivos planes de mejoramiento urbano, contempló al automóvil y a algunos modos de transporte colectivo que requerían infraestructura, pero las previsiones se quedaron cortas frente a lo que aconteció.

Efectivamente, el auge industrial, parte de cuyos excedentes se destinaron a la investigación, permitió que grandes grupos socio-económicos tuvieran acceso al vehículo particular, sin que la organización política de los pueblos pioneros fuera lo suficientemente eficaz para encauzar el polifacético fenómeno.

Esto fue así en parte por el natural retraso con el que la reflexión llega tras las acciones, pero también porque la actividad automotriz se hizo cada vez más importante dentro del contexto económico de dichos pueblos, lo que hizo que muchos problemas quedaran subordinados a la necesidad de seguir produciendo y vendiendo automóviles.

Fue así como la oferta de infraestructura adecuada para el uso del ingenio, entendida desde un comienzo como un asunto eminentemente público, se hizo endémicamente insuficiente. En efecto, la rigidez espacial de las ciudades exigía recursos cada vez más costosos para materializar obras viales, y el transferir los costos a los usuarios era difícil, además de conflictivo con los intereses derivados del auge automovilístico, ya que cualquier gravamen destinado a equiparar oferta y demanda de dichas obras implicaba necesariamente una reducción de la demanda de vehículos.

Los países en vías de desarrollo hemos sido testigos, muchas veces inertes y estupefactos, de cambios cuya velocidad no permite adaptaciones oportunas. Esta velocidad ha sido producto del auge de la actividad informativa, que engloba tanto la generación de datos como su transmisión, y cuya trascendencia la hace sociológicamente comparable a cualquiera de las tres actividades socio-económicas con las que iniciamos este análisis.

Así, tenemos que somos capaces de conocer con antelación los problemas que seguramente heredaremos de nuestros proveedores culturales, pero también, apenas empezamos a reaccionar o incluso antes de eso, nos llega la información que modifica la respuesta de esos mismos proveedores a dichos problemas, como resultado de la develación de factores que han permanecido ocultos tras un determinado estado de cosas.

En el campo del diseño vial, específicamente, se puede citar como ejemplo de lo dicho una serie de campañas extranjeras multimillonarias tendientes a resolver el problema de la demanda vial mediante infraestructuras de gran costo, que se justificaban económicamente por la gran cantidad de vehículos que las demandaban y por las disminuciones de los tiempos empleados en los recorridos servidos. Pero asimismo, después de algunos lustros, durante los cuales tuvimos quizás la fortuna de no poder acometer acciones de tanto vuelo, hemos observado que ellas se han mostrado relativamente ineficaces desde un punto de vista macroeconómico y operativo, al estimular el crecimiento del transporte vehicular privado más allá de toda conveniencia.

Pero aún más importante que el fracaso relativo de estos planes, mirados desde tales perspectivas, es la evidencia que hoy se tiene del efecto de dichas vialidades sobre ciertos aspectos de la vida urbana, y la conciencia adquirida con respecto a la necesidad de incluir de alguna manera esos efectos en las evaluaciones de los proyectos de esta naturaleza, en la medida de su real malignidad.

A esta conciencia han contribuido las investigaciones realizadas por las ciencias urbanísticas, sociológicas, ecológicas y políticas, en torno a las cuales se han generado verdaderos movimientos, propiciadores de una revisión general del problema de la vida urbana. Cabe destacar que todas estas tendencias se traducen, incluso, en el quehacer artístico, de donde regresan a la práctica convertidas en posiciones. No parece sabio ignorar estas opiniones.

Porque la “plataforma pública” o superficie urbana de propiedad fiscal, acotada por una línea que la separa de la propiedad privada en forma tan irregular como la historia de ambas propiedades en cada lugar, constituye el espacio de todos, útil para el desarrollo de una gran cantidad de actividades y funciones, entre las cuales surgen como esenciales las que tienen relación con la comunicación entre los ciudadanos, o entre éstos y sus productos; y porque la comunicación es un fenómeno cuya trascendencia social es cada día más notoria, al evidenciarse ella como causa y efecto simultáneo de la evolución de los grupos humanos.

La comunicación física de personas y objetos corresponde al objeto primordial de lo que se ha llamado la función transporte, que es una más de las varias que deben estar al servicio de la vida en sociedad. El nombre de “función” destaca que el transporte es un medio para el ejercicio vital de las ciudades, no un fin.

Esto, que parece obvio, ha sido olvidado con insistencia en muchas ciudades actuales, en las que una finalidad del urbanismo – la creación y defensa de un ambiente grato para la vida- ha quedado muchas veces subordinada a discutibles necesidades de transporte, las cuales no siguen espontáneamente esquemas racionales de desarrollo.

Ahora bien, esto no debe llevar al otro extremo, que consiste en restar importancia a la función transporte, sacrificándola en favor de planteamientos urbanísticos irreales, conducentes a la materialización de vialidades inoperantes, anti-económicas y, peor aún, peligrosas para los usuarios.

Todo esto confirma dos cosas: primero, que el diseño urbano debe ser un quehacer multidisciplinario, abierto a la más amplia comprensión de los fenómenos colectivos que configuran la vida de una ciudad; segundo, que en medio del acelerado dinamismo que presenta la civilización moderna, más que seguir a ciegas las tendencias impuestas por la experiencia extranjera, debemos asimilarla a través de un proceso reflexivo, para que de la combinación de ella con nuestras particularidades surja nuestro peculiar equilibrio entre todos los factores involucrados.

Lo primero obliga a plantear que las acciones destinadas a planificar el transporte urbano, y que inciden directamente en el diseño de la vialidad pertinente, deben atinar bastante más allá que en el magro blanco consistente en conseguir tal o cual característica en la función misma del transporte, o de satisfacer alguna necesidad particular de la comunidad o de un sector reducido de ella. Por el contrario, tales acciones deben generarse e inscribirse en el contexto amplio de las necesidades comunitarias –que exceden en forma vasta el campo del transporte– y dirigirse por lo tanto según una política integral que intente optimizar su satisfacción en conjunto. La definición geométrica, entonces, podrá ser buenamente decidida sólo como resultado de una clara interpretación de dicha política orientadora.

Lo segundo obliga a plantearnos acerca de lo que la plataforma vial o vía pública, constituida por la plataforma pública sin las superficies destinadas a parques, zonas de servicios y edificios fiscales, representa para los que invariablemente viven próximos a ella y para los que la usan; vale decir, para todos.

Prácticamente la totalidad de los espacios vitales de una ciudad limitan con sus calles. Sitios eriazos o cultivados, casas, edificios, locales comerciales, instalaciones de servicios e industrias acceden a ellas.

Evidentemente, la fisonomía de las calles deberá guardar relación con las actividades desarrolladas en sus márgenes.

Si la zona es netamente residencial, lo óptimo para sus habitantes sería un diseño que a lo sumo permitiera el acceso a muy baja velocidad, de sus vehículos particulares, en medio de un espacio gratamente arborizado. Con ello se podría limitar los peligros y la contaminación al mínimo, facilitando la integración del espacio público a las actividades sociales, que varían según el estrato social: en los medios acomodados, menos propensos al contacto vecinal, adquieren relevancia los juegos infantiles; en los medios de menos recursos, y por lo tanto más aislados dentro de espacios habitacionales reducidos y generalmente inhóspitos, a estos juegos se suma el intercambio entre adultos, quienes acuden a la calle como una prolongación casi inevitable de sus moradas, dando lugar a un espacio vial con una mayor importancia social.

Si la zona es agrícola, cosa poco habitual en ciudades de cierto tamaño, esta situación puede ser parecida, pero en mucho menor grado debido a la baja densidad poblacional. Pasa entonces a ser más importante, para los habitantes, el servicio de transporte que la calle ofrece a sus cosechas.

Si la zona es netamente comercial, se requerirá una vía en la que se pueda estacionar con facilidad, con veredas amplias, arborizadas si es posible, que inviten a los potenciales clientes a detenerse, permitiendo la reunión e incluso el esparcimiento. Todo esto, en lo posible con una velocidad baja de circulación de vehículos, para contribuir a la seguridad y agrado ambiental. En algunos casos puede ser deseable hasta la supresión absoluta del tránsito vehicular, con lo que se tendría una calle netamente peatonal.

Si la zona es puramente industrial, serán deseables calles expeditas, con facilidades para el estacionamiento de vehículos de todo tipo, pasando a ser menos relevantes las instalaciones para peatones, aunque nunca estarán de más las zonas verdes.

En la medida que estas aspiraciones se cumplen, los espacios urbanos adquieren fisonomías que van reflejando mucho más que las características de la actividad local. En efecto, en tales casos las calles y los barrios presentan matices que connotan la idiosincrasia de la población, permitiendo a sus habitantes identificarse positivamente con un entorno que estimula sus actividades y presentando al exterior una imagen peculiar, todo lo cual redundando en un inestimable beneficio socio-cultural.

Pero en estas consideraciones no han sido contempladas las necesidades de desplazamiento de la población, que suele trabajar, abastecerse, pasear y relacionarse socialmente en lugares distantes de su vivienda. Esto genera demandas siempre crecientes de servicios de transporte que permitan velocidades altas de desplazamiento, con el fin de reducir los tiempos de recorrido y por ende maximizar los beneficios y/o satisfacción de estos ciudadanos. Para ellos lo óptimo desde este punto de vista será, salvo en el caso de viajes de placer, calles amplias, desprovistas de todo obstáculo que limite su velocidad o aumente sus riesgos, aún en desmedro de cualquier espacio dedicado al paisajismo o la actividad peatonal.

Muchas de estas aspiraciones son legítimas, puesto que tales vías permiten una mayor eficacia en las funciones productivas de la comunidad, lo cual permite a su vez la asignación de recursos adicionales a otras actividades generadoras de beneficios, en un ciclo que es parte del proceso de desarrollo de dicha comunidad.

La mayoría de estos intereses son conflictivos entre sí, ya que lo normal es que no exista en las ciudades suficiente espacio para proporcionar a los vehículos niveles de operación óptimo sin sacrificar progresivamente las otras aspiraciones y derechos relativos a los ambientes donde se desarrolla la vida misma.

Así entonces, el diseño de una calle, y más generalmente del conjunto de ellas y sus intersecciones dentro de una urbe, supone la búsqueda de un compromiso entre los factores mencionados. Para esto es recomendable, como ya se dijo, un trabajo interdisciplinario de urbanistas e ingenieros, dirigidos por el propósito de maximizar el bienestar colectivo, el cual se puede plantear en términos económicos sólo cuando tal proceso de evaluación respeta un conjunto de principios humanistas que constituyen la estructura moral sobre la que se sustenta la vida en comunidad.

## SECCION 2.02 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO VIAL URBANO

En la sección precedente se dio una visión global de los contextos generales en los que se encuentra alojado y profusamente interrelacionado el diseño vial urbano.

Tal visión, inevitablemente, no permite sino la transmisión del problema en términos también amplios, que son difícilmente aplicables al diseño en sí. Es una "visión cultural".

Pero es preciso tener en cuenta que la capacidad de un grupo humano para actuar en un determinado sector de su mundo, manteniendo claras las relaciones que existen entre ese sector y la totalidad, refleja precisamente el nivel cultural de dicho grupo.

En la sección que aquí se inicia se presentan los factores más relevantes que intervienen en el problema del diseño, ya sea que ellos estén directamente relacionados con él en un proyecto específico, o bien lo afecten indirectamente desde esferas lejanas.

Aunque dichos factores: políticos, sociales, físicos, operacionales y económicos aparecerán involucrados a lo largo de toda la obra, o al menos citados cuando ellos no puedan ser incluidos

cuantitativamente en el proceso de evaluación, aquí serán desarrollados de tal manera de no tener que repetir posteriormente conceptos y valores que son aplicables a más de una situación.

Los factores que han sido abordados presentan interdependencias y sus delimitaciones suelen ser vagas. Esto es normal en todo intento de esta naturaleza, y la dificultad de la clasificación corre pareja con la dificultad de establecer relaciones cuantificables entre dichos factores.

Por otra parte, la condición subjetiva de muchos de estos factores no permite medir su gravitación en el espacio en que rigen, y menos desarrollar formas de evaluación conjunta de los mismos.

Esto no significa que el proyectista quede libre para decidir y valorar en sus diseños exclusivamente aquellos factores que aquí se presentan como cuantificables, obviando otros que por y a pesar de su naturaleza pueden ser de mayor trascendencia.

Por el contrario, se insiste en que el proyectista debe efectuar sus valoraciones y decisiones en forma tal que sean respetadas las normas que emanan del contexto social en el que su problema específico se inserta.

Más aún, se considera que el diseñador es responsable, en conciencia, por aquellas implicaciones de sus proyectos que aun no siendo cuantificables son igualmente reales.

En suma, se recuerda que toda clasificación no es más que un artificio analítico, que permite o facilita abordar un tema que de otro modo resulta inabarcable. La cabal comprensión de un problema, requisito previo para cualquier decisión que se tome con respecto a él, supone restituir su unidad una vez ejecutado el análisis, de tal modo que la solución respete la particular combinación de factores presente en dicho problema.

Una primera aproximación a la integración de los factores que aquí se desglosan es la clasificación que se hace de las vías en la sección final del capítulo, emanada de los factores que aquí se exponen, según un orden que no pretende jerarquizar importancias.

### 2.02.1 FACTORES REGULADORES

**2.02.101 Políticas Generales.** Después de todo lo expresado, resulta obvio que cualquier decisión con respecto a un proyecto específico de diseño vial urbano debe ser coherente con una política existente de transporte urbano, la cual debe emanar de las más altas esferas administrativas de la nación y debe ser coherente con políticas generales de desarrollo socio-económico que alcanzan lo urbano, regional y nacional.

Por ejemplo, el que una vía consulte o no un tratamiento privilegiado para la locomoción colectiva, o la supresión del tránsito vehicular en alguna zona, o necesidades futuras de oferta en función de índices de crecimiento específicos, son aspectos que suelen provenir de dichas políticas generales, que deben ser conocidas e interpretadas por el proyectista.

Por otra parte, la existencia de planes de ordenación urbana es factor decisivo en el diseño de dispositivos, ya que aquellos pueden condicionar desde la jerarquización de una vía dentro de la red urbana hasta la geometría del diseño dentro de un sector de la ciudad.

## Factores Reguladores

Como las demandas de transporte están íntimamente relacionadas con factores tales como densidades de población, niveles socio-económicos de éstas y tipo de actividades, el proyectista debe basarse en los datos que emanan de los estudios socio-económicos pertinentes, que ilustran el presente de la urbe y permiten adaptar los diseños a esta realidad.

**2.02.102 La Legislación.** La función del Estado, como velador del bienestar colectivo, se manifiesta en un conjunto de leyes que, provenientes del entendimiento de los factores esenciales de dicho bienestar, pretende regular los procesos nacionales en cada uno de los terrenos en que ello sea necesario y proyectar el desarrollo deseable y posible en estos terrenos de manera coherente con una interpretación amplia del consenso nacional

En el campo específico de la vialidad urbana, la implantación o modificación de un dispositivo urbano produce un sinnúmero de afecciones en el ambiente. Las más relevantes desde el punto de vista legal son: las afecciones a la propiedad y uso de las tierras involucradas en la obra o vecinas a ella, las afecciones a los servicios interrumpidos o eliminados, y las afecciones a las actividades que se desarrollan en la zona.

Estos efectos pueden ocurrir durante las obras o durante la operación del dispositivo.

El proyectista debe conocer, aunque sea a grandes rasgos, la legalidad imperante en el campo de su especialidad, o hacerse asesorar debidamente ante el peligro de que surjan inconvenientes posteriores que atrasen o interrumpan la obra, provocando una alteración eventualmente significativa de los términos económicos en que se ha realizado la evaluación.

Quizás más importante que todo esto es que el proyectista, al moverse concreta y específicamente en un terreno en el que los valores presentan un dinamismo tal que no permite mantener actualizados ciertos aspectos legislativos, se erige como el principal responsable por el respeto de dichos valores. El deberá velar por ellos aún cuando eventuales vacíos de la legislación permitan soslayarlos, en beneficios de intereses no generales.

### 2.02.2 FACTORES SOCIALES

**2.02.201 La Seguridad Ciudadana.** Este factor es el principal en el diseño de cualquier elemento vial. La seguridad del ciudadano, durante el desempeño de actividades que lo hacen utilizar la vía pública, es intransable frente a cualquier otra consideración.

La observancia de este principio fundamental, enraizado en el más primero de los derechos del hombre, refleja el respeto que el proyectista y las autoridades deben a la población y es muestra inequívoca del nivel cultural del país, en general.

Las estadísticas de accidentes en Chile muestran una alarmante realidad en este terreno. Las causas de los siniestros son variadas, siendo la principal, según los informes policiales, la conducta de conductores y peatones.

Indudablemente, en los países desarrollados existe una más pulida tradición cultural en los aspectos que se refieren al tránsito, como producto de la experiencia, de la investigación, de la asignación de grandes recursos a la educación de los conductores, de la estrictez en la aplicación de

regulaciones para obtener licencias de conducir, etc. Todo esto hace disminuir, en forma relativa, dichas conductas generadoras de accidentes.

Sin embargo, también es cierto que en esos países se presta concentrada atención a aquellos aspectos del diseño, tanto de las vías como de sus accesorios (señalización, iluminación, protección y mobiliario en general), que de alguna manera determinan también el nivel de riesgo inherente al uso de la vialidad.

Sin duda alguna que las fallas humanas se producen mucho más fácilmente cuando el usuario enfrenta a un diseño que no respeta las relaciones que existen entre la geometría de las vías y la dinámica operativa de los vehículos y conductores, o que no consulta la señalización más elemental, como es la que delimita los bordes de las calzadas, o que abandona al peatón a su precaria suerte sobre estas últimas, o que olvida la iluminación en los puntos conflictivos.

El cuidado de estos aspectos no implica necesariamente un incremento prohibitivo de los costos. Por el contrario, suele suceder que el diseño adecuado de algunos elementos viales –pistas de cambio de velocidad, por ejemplo– signifique poco o ningún aumento de obra. Más aún, las inversiones en señalización e iluminación son por lo general rentables si se evalúan considerando el costo de los accidentes que evitan.

Es recomendable, cuando es posible, incorporar en los diseños los beneficios de invertir en medidas correctivas de bajo costo en sitios donde se focalizan accidentes.

Dos ejemplos valiosos de la incidencia de la iluminación en los accidentes son las Tablas 2.02.201 A y B, que se presentan a continuación:

**TABLA 2.02.201 A**  
**VARIACION PORCENTUAL EN ACCIDENTES DESPUES DE MEJORAR LA ILUMINACION EN 64**  
**LUGARES (GRAN BRETAÑA)**  
**(+: AUMENTO -: DISMINUCION)**

	<b>MORTALES</b>	<b>GRAVES</b>	<b>LEVES</b>
<b>DIURNOS</b>	+ 6,2%	+ 8,9%	+ 15,5%
<b>NOCTURNOS</b>	- 46,4%	- 26,8%	- 15,0%

FUENTE: R.R.L. Londres H.M.S.O., 1963

**TABLA 2.02.201 B**  
**RELACION ENTRE EL NUMERO DE MUERTES DE DIA Y DE NOCHE E INDICE DE ACCIDENTES**  
**MORTALES (ZONA URBANA EE.UU.)**

	<b>PORCENTAJE DE MUERTOS</b>	<b>INDICE (MUERTES POR 10<sup>8</sup> Veh-km)</b>
<b>DIA</b>	42%	1,2
<b>NOCHE</b>	58%	4,4

FUENTE: "Accident Facts" National Safety Council, Chicago, 1964.

## Factores Sociales

Por lo demás, los diseños adecuados, al reducir los riesgos de accidentes y al transmitir una sensación de seguridad al usuario, facilitan su aceptación natural de los dispositivos y reduce el nivel de tensión que experimenta al utilizarlo, todo lo cual contribuye al mejoramiento de la salud y del nivel de vida de la población.

El proyectista deberá incluir, en todo proyecto de diseño de dispositivos viales urbanos, las correspondientes previsiones relativas a señalización, iluminación y protección.

**2.02.202 La Continuidad Ambiental y el Uso del Suelo.** Un entorno urbano presenta un cierto grado de continuidad, ya sea en sus funciones o en su espacio, que puede verse afectada por la aparición de una obra de infraestructura vial.

Los cambios en la continuidad funcional se relacionan directamente con las actividades del entorno: Si se tiene presente que existe un conjunto de funciones propias de la actividad urbana, tales como trabajo, recreación, estudio, compras, visitas, etc., se observa que la segregación y especialización de ciertas fajas de suelo urbano en relación a las características del tráfico vehicular, induce un quiebre en la continuidad del entorno inmediato, en términos de dificultar o de impedir dichas actividades; en particular, aquéllas que se realizan dentro del radio vecinal.

El quiebre funcional suele inducir, además, desarrollos diferenciados para áreas físicamente próximas, traduciéndose en desequilibrios de equipamiento social, de servicios, etc.

Los cambios en la continuidad espacial también se relacionan directamente con los anteriores. A modo ilustrativo, se puede pensar que, por un lado, existe un cierto “quiebre visual” provocado por la ejecución de obras de infraestructura vial que sobresalen del nivel del suelo y que alteran el horizonte, el paisaje y el sentido de orientación de los habitantes y que, por otro, el mismo tipo de obras atenta contra la privacidad de las actividades residenciales, actividades que quedan expuestas a una suerte de “intrusión visual” por parte de los usuarios de la vía pública.

Es así como un particular diseño vial puede producir un cambio importante en el uso de los terrenos adyacentes.

Es fácil detectar cómo la ejecución de ciertas obras de vialidad y la habilitación de servicios específicos de transporte significan el nacimiento y auge de algunas actividades y a la vez el deterioro y muerte de otras. Así, por ejemplo, en las vías que llegan a tener abundante locomoción colectiva y que además cuentan con buenos accesos, suele consolidarse un comercio cuyo rubro, status y volumen de ventas es típico y homogéneo. En otros casos, cuando este comercio ya existe y en torno a alguna intersección se decide construir un nudo de dos o más niveles dificultando el acceso de la clientela y del abastecimiento, se produce una reducción o eliminación de dicha actividad, con los consiguientes perjuicios para proveedores y usuarios de ella.

**2.02.203 Preservación Ambiental.** La fealdad del ambiente y su contaminación influyen en la idiosincrasia de la población en términos no cuantificables, pero que no se pueden negar.

El “stress”, fenómeno de índole médica que es propio del habitante de las grandes ciudades, está directamente relacionado con los niveles de ruido y smog de éstas y con los desequilibrios fisiológicos que ellos producen.

En atención a esto, a continuación se abordan, como factores que intervienen en el diseño, la higiene visual, acústica y atmosférica, con el fin de precisar algunos términos que adquieren cada día más importancia dentro de la conciencia colectiva nacional, en gran parte como resultado de la intercomunicación existente entre los países que han generado respuestas frente a la contaminación y el nuestro.

**(1) Higiene Visual.** El auge automovilístico ha significado la cesión de espacios de todo tipo para permitir la circulación y estacionamiento de los vehículos. Esta transición, aceptada inicialmente como inevitable, e incluso deseable para una sociedad embelesada con las posibilidades de este tipo de transporte, ha llevado a las ciudades desarrolladas a situaciones que sus habitantes han sentido como límites.

Efectivamente, el deterioro estético de las ciudades, tanto en sus escenarios arquitectónicos y paisajísticos como en sus calles, conjuntamente con el aumento de la contaminación, han motivado el replanteamiento del problema en unos términos que hoy conviene recoger, en beneficio de nuestras ciudades.

Algunas medidas se pueden sugerir para paliar los efectos: Primero, el diseño de calles y estacionamientos con secciones que permitan la plantación de especies adecuadas para ocultar a los vehículos o para integrarlos a un paisaje más agradable. Segundo, pensar en zonas de aparcamiento de posición variable según el día del mes (par o impar), cuando tal cosa parezca ser una solución al barrido de ciertas calles de actividad mixta, que mantienen vehículos estacionados a lo largo de las 24 horas. Tercero, diseñar señalizaciones y otros elementos del mobiliario de manera que coexistan lo más armónicamente posible con los espacios urbanos.

**(2) Higiene Acústica.** Numerosos estudios, hechos en ciudades importantes, muestran que el movimiento de vehículos motorizados es, lejos, la fuente más importante de molestias sonoras para sus habitantes. Los ruidos propios del funcionamiento de motores, transmisiones y escape, las bocinas, chirridos de frenos, portazos y ruidos de carga y descarga, son los que configuran dicha molestia.

No existen instrumentos que midan la respuesta humana al sonido en forma directa. Sin embargo, a partir de las mediciones del nivel de ruido, utilizando una escala llamada "escala A" cuya unidad es el decibel (dBA), se pueden establecer correlaciones bastante aproximadas.

El diseñador puede tomar algunas medidas que tiendan a atenuar estas incomodidades, aunque es evidente que gran parte del problema estará en manos de los constructores de vehículos e inmuebles, de los usuarios de aquellos y de la legislación pertinente.

La norma chilena relativa al tema establece una serie de alcances con respecto a la respuesta de la comunidad frente al ruido, para lo cual determina una pauta para evaluar la "aceptabilidad" del mismo en los ambientes habilitados.

Para ello define un nivel patrón de ruido o ruido de fondo normal para el día y la noche. Luego de factores que corrigen ese nivel según distintos tipos de zona y circunstancias de la medición. Por último, establece que siempre que el nivel de ruido medido excede el valor del patrón, ello provoca una reacción de la comunidad, que se pondera en la tabla siguiente.

**TABLA 2.02.203 (2) A**  
**REACCION DE LA COMUNIDAD AL RUIDO**

CANTIDAD EN Dba EN QUE EL NIVEL DE EVALUACION SONORA EXCEDE AL PATRON DE RUIDO	RESPUESTA DE LA COMUNIDAD	
	CATEGORIA	DESCRIPCION
0	Ninguna	No se observó reacción
5	Poca	Quejas esporádicas
10	Mediana	Quejas frecuentes
15	Fuerte	Amenazas de acción de la comunidad
20	Muy fuerte	Acción enérgica de la comunidad

En todo caso, una manera afectiva de reducir ruidos en las áreas adyacentes a las vías es el diseño de barreras sólidas que intercepten la línea visual entre la fuente de ruido y los receptores. Las vías deprimidas son particularmente eficaces y ello, entre otros factores, incide fuertemente en la recomendación de preferir los pasos bajo nivel a los elevados.

Son más eficaces las superficies verticales que las inclinadas (taludes de corte), salvo que estas últimas estén rematadas por una pared vertical.

Las plantaciones, además de brindar incuantificables beneficios estéticos, aportan algo a la disminución de ruidos, en parte debido al aislamiento visual que suelen producir.

En casos muy justificados, la solución más drástica a los ruidos es la reducción de los flujos en la zona. Cuando ello no es posible, sólo quedan medidas paliativas como las descritas y aquellas tendientes a producir un flujo continuo y a un régimen que permite el uso de marchas largas, que son las condiciones en las que los ruidos disminuyen; pero cabe hacer notar que esto es difícil de respetar a lo largo de un recorrido importante, puesto que ello implicaría diseñar para un nivel de servicio B ó A en el año horizonte, lo cual por lo general es impracticable.

### **(3) Higiene Atmosférica.**

La contaminación del aire por el crecimiento del parque vehicular y de los embotellamientos, sumados a factores geográficos y atmosféricos, están siendo abordados por las autoridades que disponen medidas para disminuir la contaminación y proteger la salud de la población (Responsabilidad de la CONAMA).

La responsabilidad del proyectista será considerar en el diseño todo lo relacionado con la fluidez vehicular.

### **2.02.3 FACTORES GEOGRAFICOS DEL ESPACIO AFECTADO**

Los factores físicos del ambiente que afectan al diseño de dispositivos son la topografía, la geología, la hidráulica y el clima de la ciudad. Sobre todo, lo afectan poderosamente las características geométricas y materiales de las construcciones y espacios circundantes, sean estos edificios, zonas verdes, instalaciones de servicios, etc.

A diferencia del diseño en zonas rurales, en las ciudades sucede que el trazado no se puede alterar, en planta o perfiles, para poder cumplir con ciertos condicionantes. Ejemplo de esto son las ciudades enclavadas en zonas escarpadas.

En estos casos, se puede suponer que las velocidades de diseño son mínimas, aceptar distancias de visibilidad muy cortas e implantar las prohibiciones que sean necesarias para minimizar los riesgos inherentes al uso de tal vialidad.

Lo mismo sucede con la hidráulica de la ciudad, que debe ser respetada en la mayoría de los casos. En todo caso, el drenaje de las obras, que pone restricciones al diseño, estará condicionado por ella. Por lo general, el proyectista deberá hacerse asesorar por un especialista.

En el caso de los pasos bajo nivel o las estructuras sobre nivel, las características topográficas del terreno adquieren relevancia, debiendo el proyectista realizar los estudios pertinentes de mecánica de suelos, asesorado por un especialista.

Pero, por lo general, una ciudad, al ser un espacio donde el suelo y sus utilidades son de gran relevancia económica, los factores físicos que más condicionan los trazados provendrán de la fisonomía urbana del ambiente.

### 2.02.4 FACTORES FUNCIONALES

Existe un conjunto de factores que son fundamentales en el diseño vial urbano y del cual provienen los condicionamientos más significativos.

Efectivamente, aún cuando los aspectos de índole socio-económica y ambiental pueden sentar algunas bases generales del proyecto, llegará el momento en que será preciso enfocar el diseño desde un punto de vista estrictamente técnico, con miras a resolver un problema bien concreto: que él debe ofrecer un servicio que satisfaga una demanda de transporte.

En un caso ideal, el proyectista deberá conjugar la respetuosa consideración de los principios generales aludidos con un conocimiento perfecto de las características de dicha demanda y de la forma cómo los distintos elementos del diseño, por separado y conjuntamente, la atienden.

Conocer perfectamente la demanda implica tener un conocimiento cabal de los siguientes factores:

- Número de vehículos y personas que utilizarían cada uno de los dispositivos posibles de ser construidos.
- Características físicas y de funcionamiento de dichos vehículos y de los usuarios del dispositivo.
- Origen y destino de peatones y vehículos, así como motivos de los desplazamientos.
- Forma cómo se distribuirá esta demanda en cada momento de la vida útil del proyecto.

El proyectista, en posesión de todos esos datos, deberá ser capaz de diseñar los distintos elementos viales que permitan el flujo de los peatones y vehículos en forma segura. La comodidad del usuario en su trayecto, la accesibilidad de sus puntos de origen y destino y la velocidad a la que éste podría viajar serán el resultado del compromiso entre estos factores y las implicaciones ambientales y económicas de las geometrías posibles. Todo esto dentro de las directrices generales emanadas de los micro-factores tratados en secciones anteriores.

## Factores Funcionales

Sin embargo, no es posible conocer la demanda en los términos ideales descritos. Siempre será preciso hacer una previsión de ella a partir de la situación anterior al proyecto, intentando resolver lo más juiciosamente posible las indeterminaciones que resulten, que serán menos mientras más detallados sean los estudios que se hagan y más adecuadas a la situación las metodologías empleadas.

Será necesario recurrir a métodos específicos para determinar cuantitativa y cualitativamente la demanda, lo cual puede ser algo dificultoso, cuyo contenido apunta a dilucidar aspectos de la oferta, en la medida que la geometría de un dispositivo es un factor fundamental de ella, al determinar sus posibilidades de funcionamiento.

Por último, aquellos otros factores funcionales relativos al estado de conservación de los dispositivos, y que también condicionan la oferta, superan el alcance del presente texto. No obstante, es preciso hacer notar que algunos diseños se ven influidos por el factor mantenimiento, a través de los costos correspondientes, cuando los materiales y estructuras empleados en determinadas circunstancias (distancias, climas, etc.), implican gastos significativos. Ejemplo de esto puede ser la elección de estructuras de hormigón en zonas donde la humedad y/o salinidad hacen anti-económicas, a la postre, estructuras metálicas inicialmente más baratas.

**2.02.401 Características de los Usuarios.** El diseño de los elementos constitutivos de un dispositivo vial depende de las características físicas y conductuales de los usuarios. En los acápite que siguen se entrega alguna información con respecto a tales características, según el rol que dicho usuario asuma en la vía pública.

**(1) El Peatón.** Se considera como peatón cualquier persona que camine por la ciudad, incluyendo en el grupo a los minusválidos con sus equipamientos especiales. Este es el modo más natural y accesible de transportarse, y muchas veces el más económico, pero también lo es en los accidentes de tránsito.

El peatón es el principal protagonista en las actividades urbanas, al estar en las mejores condiciones para mirar, detenerse esperar, comprar, divertirse, conversar y reunirse.

El Peatón es un usuario vulnerable y como tal debe contar con facilidades explícitas para la circulación de las vías.

Todo esto hace que la provisión de espacios adecuados para los quehaceres peatonales sea de una gran importancia para las ciudades, tanto desde el punto de vista del transporte como del socio-económico en general, es decir se debe considerar como un factor importante a la hora de diseñar los espacios peatonales.

El peatón tiene una gran movilidad y tiende a recorrer las distancias más cortas entre los puntos de origen y destino. Es reacio a desviar su ruta hacia las zonas de cebrado, a esperar en las veredas, a utilizar pasos peatonales a desnivel. Baja con frecuencia a la calzada si existen obstáculos – peatones, materiales varios o superficies en mal estado- que la dificulten su marcha. Es sensible al confort y al atractivo del ambiente y al clima. Por último, es frágil.

Las variables que el proyectista debe tener en cuenta para el diseño de los espacios peatonales son: el entorno de la vía, el espacio que ocupan los distintos tipos de peatones, detenidos o en situaciones tipo; las velocidades de desplazamiento según edad, sexo, tipo de desplazamiento, densidad y condiciones geométricas de la ruta. Por último, debe considerar las características del desplazamiento de los minusválidos, especialmente cuando éste se efectúa mediante sillas de ruedas.

a) *Velocidad y Densidad de Flujos Peatonales.* La velocidad de los peatones depende principalmente de la densidad del flujo, del motivo del viaje y del tipo de peatón.

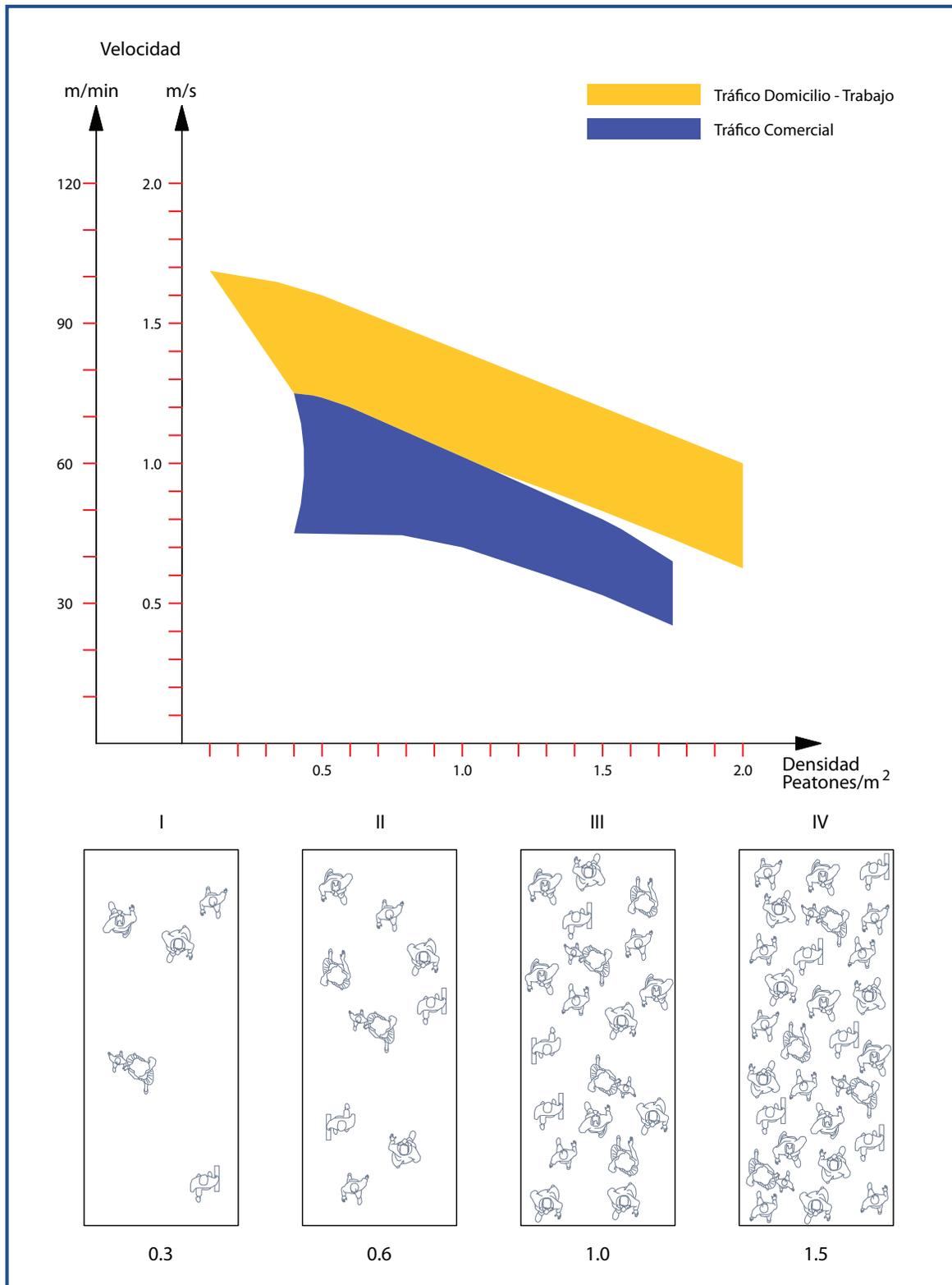
**TABLA 2.02.401 (1) A**  
**VELOCIDADES MEDIAS NORMALES DE PEATONES DE DISTINTOS GRUPOS EN TERRENO LLANO Y PARA DENSIDADES BAJAS**

EDAD Y SEXO	Velocidad (km/h)	Velocidad (m/s)
HOMBRES DE MENOS DE 55 AÑOS	6,0	1,7
HOMBRES DE MAS DE 55 AÑOS	5,5	1,5
MUJERES DE MENOS DE 50 AÑOS	5,0	1,4
MUJERES DE MAS DE 50 AÑOS	4,7	1,3
MUJERES CON NIÑOS	2,5	0,7
NIÑOS DE 6 A 10 AÑOS	4,0	1,1
ADOLESCENTES	6,5	1,8

FUENTE: Research on Road Traffic (R.R.L.), Londres, 1965

En la lámina 2.02.401 (1) A se grafican velocidades de peatones en metros por minuto y en metros por segundo en función de la densidad, medida en peatones por metro cuadrado.

## Factores Funcionales



Introducción al Problema del Diseño Vial Urbano

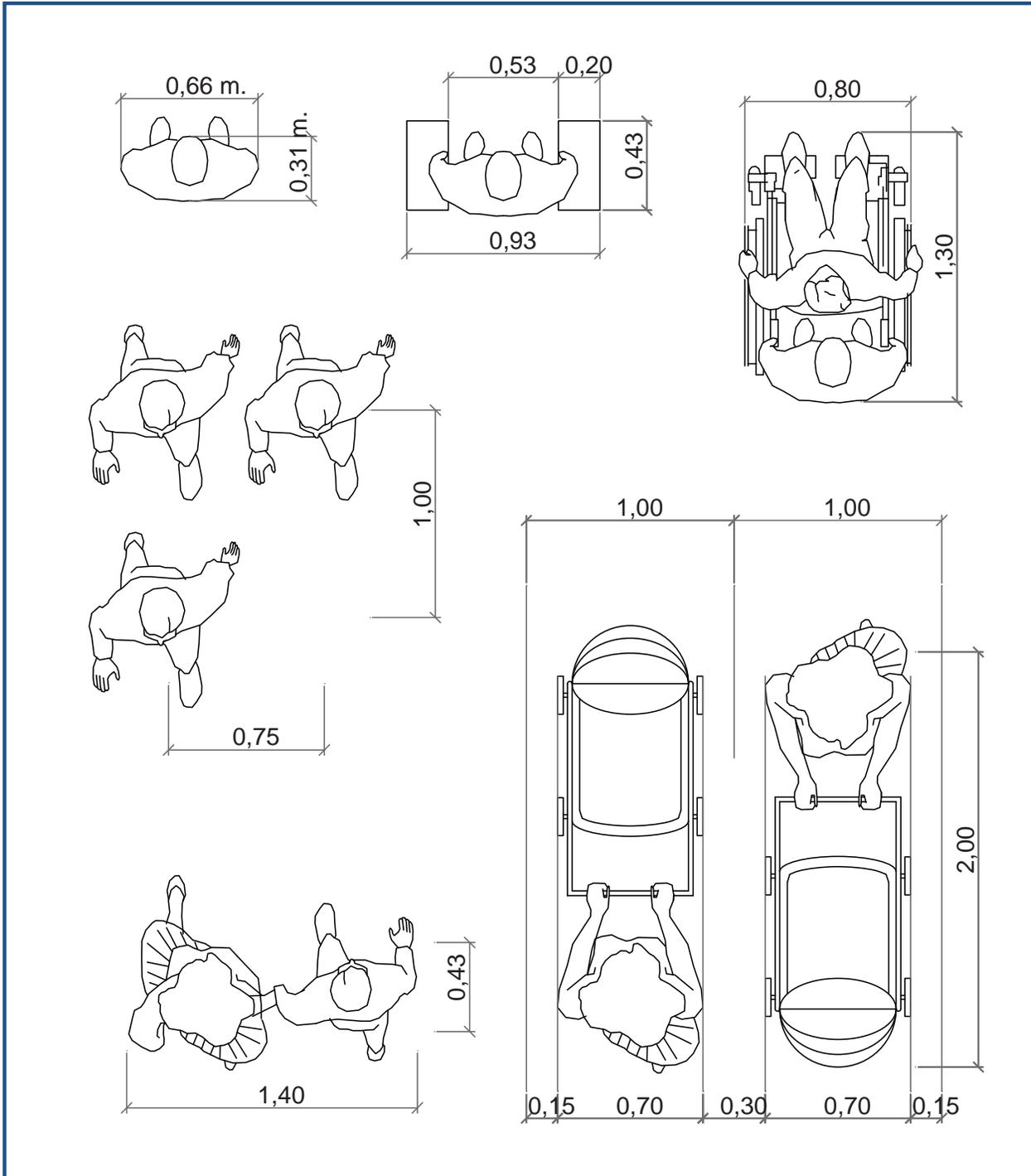
En las figuras que aparecen bajo el citado gráfico aparecen esquemas correspondientes a cuatro densidades representativas de sendas bandas del siguiente espectro:

- |   |   |   |
|---|---|---|
| - Menor que 0.4 peatones/m <sup>2</sup>   | : | tránsito libre.   |
| - Entre 0.4 y 0.7 peatones/m <sup>2</sup> | : | tránsito medio, con adelantamiento fáciles pero apareciendo dificultades con el flujo en sentido inverso. |
| - Entre 0.7 y 1.0 peatones/m <sup>2</sup> | : | tránsito denso, desplazamiento bastante Perturbado.   |
| - Entre 1.0 y 1.5 peatones/m <sup>2</sup> | : | tránsito muy denso, conflictos numerosos, efecto de muchedumbre.  |

Se considera que la máxima densidad posible en un flujo peatonal es de 2.0 peatones/m<sup>2</sup>, pero esta situación no es aceptable para proyecto, salvo en el caso de algunas salidas de lugares de espectáculos.

- b) *Espacios Ocupados por los Peatones.* En la lámina 2.02.401 (1) B se ilustra distintas situaciones en las que uno o más peatones pueden circular y dan dimensiones del espacio que ocupan en tales circunstancias.

Factores Funcionales



2.02.401(1)B

Estas dimensiones no pretenden ser exactas, pero son útiles para determinar las de algunos elementos de las zonas peatonales.

**(2) El Pasajero.** Se entiende por pasajero al de los vehículos de locomoción colectiva, cuyas características influyen en el diseño de los elementos que ellos utilizan en sus operaciones de subida y bajada a los buses y taxibuses.

La más significativa de estas características es precisamente el tiempo que ellos ocupan en dichas maniobras de subida y bajada, puesto que el tamaño de las zonas de parada dependerá del número de pasajeros en la hora punta y de los tiempos aludidos.

Es prácticamente imposible citar valores con respecto a estas variables, puesto que existen factores exógenos que hacen extraordinariamente variables dichas cifras: intención del conductor de esperar pasajeros, tipo de vuelto que éste debe dar, utilización de la puerta de bajada, son tres de los más importantes. Por esto es preferible recurrir a mediciones específicas cada vez que ello sea necesario.

Otra característica importante es la respuesta del pasajero a las regulaciones de paraderos, que también dependen de la actitud del chofer del vehículo colectivo. En todo caso, las experiencias con paradas diferidas han mostrado que los resultados son buenos si los distintos paraderos están próximos entre sí y si se ejecuta esporádicamente una vigilancia severa del cumplimiento de las disposiciones del caso. Conviene considerar circuitos peatonales claros, seguros y libres de obstáculos hacia las paradas de locomoción incluyendo paradas para el transporte colectivo de pasajeros emplazadas pasando los cruces peatonales y después de las intersecciones.

Otros elementos que pueden considerarse son los refugios para peatones en las paradas e implementar superficies con un tratamiento adecuado en el lugar de parada.

**(3) El Conductor.** El conductor es el protagonista principal del tránsito motorizado. Por otra parte, dicho tránsito está condicionado estrechamente por las características físicas y psicológicas de aquellos.

Hay muchos factores que, a través del conductor, influyen en la dinámica de un vehículo. A continuación se representarán algunos que deben ser considerados por el proyectista y que de manera directa o indirecta afectan a los diseños.

*a) Visión.* El sentido de la vista es el fundamental para el funcionamiento de un conductor en la vialidad y es prácticamente el único que utiliza. Es importante entonces conocer y tener en cuenta las capacidades y limitaciones del ojo humano para efectos de diseño de numerosos elementos viales.

El campo visual de una persona normal abarca un ángulo aproximado de 170° en horizontal y 120° en vertical. Dentro de este campo, tiene una visión clara de lo que se encuentra en un cono de 10°, y la máxima agudeza se limita a un cono de sólo 3°.

La visión de un objeto que se encuentra fuera del cono de 10° se verá con menor detalle, en color y forma, a medida que se aleje del eje formado por el ojo y el objeto de atención. El objeto puede ser discernido si sustiende un ángulo de un minuto (1') con respecto al ojo.

A medida que la velocidad aumenta, el campo visual disminuye, y la distancia a la que el conductor fija la vista aumenta.

Estas relaciones se tabulan a continuación y se ilustran en la lámina 2.02.401(3) A.

**TABLA 2.02.401 (3) A**  
**VISION PERIFERICA: DISTANCIA AL PUNTO DE ATENCION D.A. Y AL PUNTO DISCERNIBLE MAS CERCANO DD; TAMAÑO DEL OBJETO DISCERNIBLE A LA D.A.**

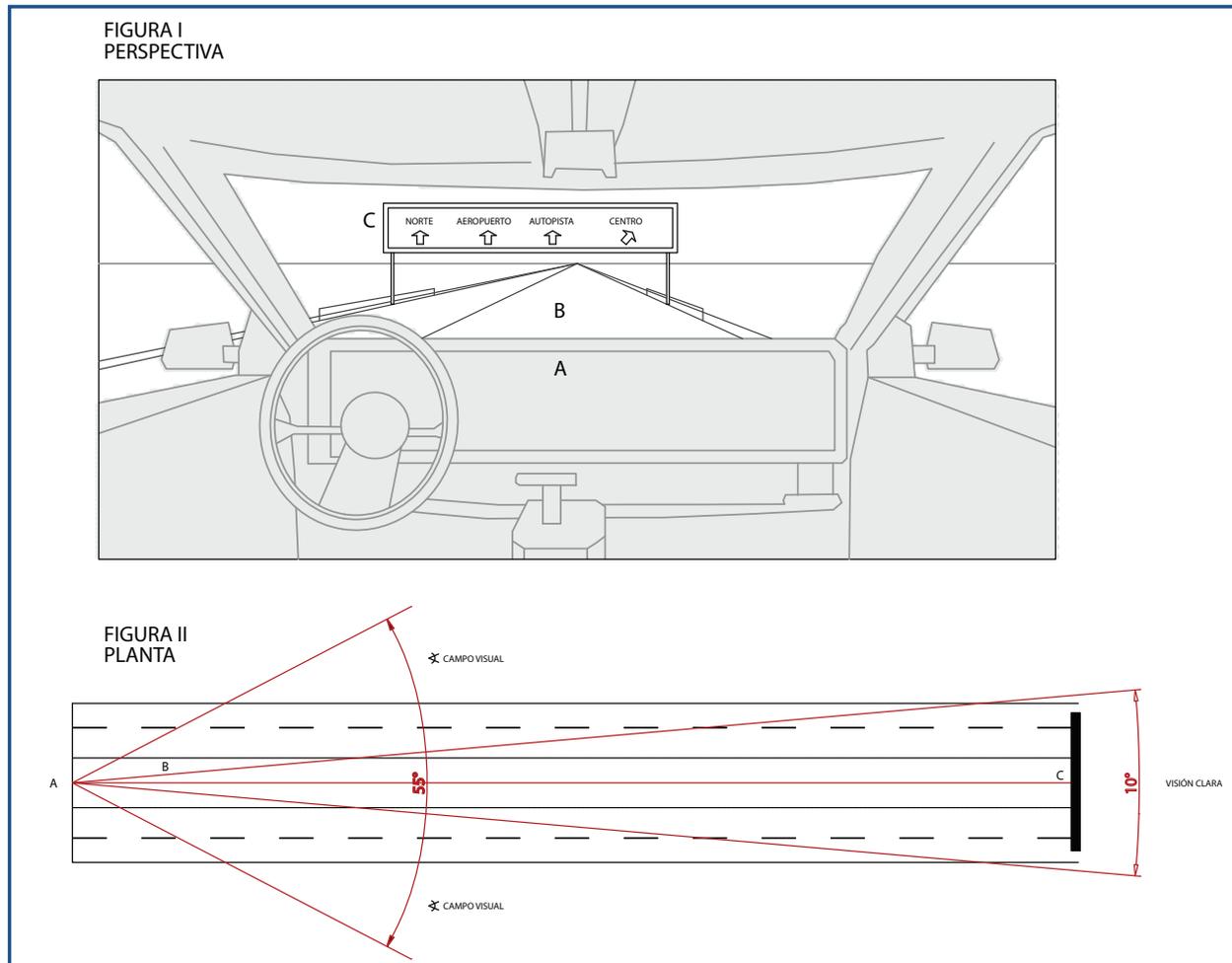
V (km/h)	CAMPO VISUAL	D.A. (m)	D.D. (m)	TAMAÑO DEL OBJETO A LA D.A. (cm)
40	100°	200	15	5,8
50	90°	250	20	7,3
60	80°	300	24	8,7
70	70°	350	27	10,2
80	55°	400	30	11,6

FUENTES: A Policy on Design of Urban Highways and Arterial Streets (AASHTO, 1973)  
 Manual de Carreteras, Volumen 3 (MOP, 1981)

Estos valores son útiles para el diseño y ubicación de la información específicamente vial. Al estar comprobado que los estímulos fuertes, ya sean movimientos anormales o luces que destacan, provocan un movimiento instintivo del ojo hacia ellos, no se deberá colocar objetos de este tipo en las zonas adyacentes a las vías. Esto rige especialmente para la publicidad, la cual debe ser orientada sólo a los peatones y cuando ello no afecte a los conductores.

Otra característica de la visión humana es su capacidad de adaptarse a las variaciones de la intensidad luminosa. El límite superior de tolerancia es  $10^{10}$  veces superior al umbral mínimo de visión, pero no puede cubrir toda la gama a la vez.

El paso desde la claridad a la oscuridad y viceversa requiere de un tiempo de adaptación, que depende del individuo. En el primer caso se necesita hasta cuatro veces más tiempo que el requerido por el ojo para adecuarse a una mayor luminosidad. Esto es fundamental en los diseños de iluminación de túneles.



2.02.401(3)A

La altura del ojo es una variable fundamental de los cálculos relativos a las distancias de visibilidad. El Manual de Carreteras chileno fija esta altura de 1,10m para el caso de un vehículo liviano y 2,5m para el caso de un camión o bus.

d) *Tiempo de percepción y reacción.* Es el tiempo que transcurre desde el momento que un conductor recibe un estímulo lo suficientemente fuerte como para producir su percepción, hasta que se completa un complejo proceso que lleva a éste actuar en respuesta a dicho estímulo.

Los tiempos de Percepción y Reacción ( $t_p$ ), medidos en segundos, varían según tantas circunstancias que no es posible cifrarlos exactamente. El Manual de Carreteras define  $t_p$  como 1,8 y 2,0 segundos si la velocidad de diseño es 100 km/h o más, o inferior a 100 km/h, respectivamente. Éstos valores los aplica también para intersecciones y enlaces rurales.

Parece razonable utilizar aquí tiempos menores, en atención a las condiciones de conducción propias de las ciudades, que mantienen al conductor en un estado de constante alerta.

## Factores Funcionales

Como esta variable se aplica, en forma táctica o explícita, en todas las técnicas existentes dedicadas al estudio de la capacidad, la seguridad, la señalización o el trazado, esta reducción permitirá diseños más económicos y/o que se ajusten mejor a las limitaciones espaciales propias de la ciudad.

Para efectos de la determinación de valores aplicables al diseño de dispositivos viales, el tiempo de percepción y reacción será de 1,5 segundos.

**(4) El Ciclista.** Persona que se desplaza en una bicicleta, aparato considerado medio de transporte individual, impulsado exclusivamente por la fuerza humana, que consta de dos o más ruedas alineadas, donde la persona se puede sentar o montar sobre un asiento.

**2.02.402 Características de los vehículos.** Las dimensiones de los vehículos y su movilidad son factores de incidencia relevante en el diseño.

Largo, ancho y alto de los vehículos condicionan en gran medida diversos elementos de la sección transversal, los radios de giro, los ensanches de calzada en curvas y los gálibos verticales bajo estructura. Su peso es uno de los factores determinantes del cálculo estructural de pavimento y estructuras.

El Manual de Carreteras, en el tema de los VEHICULOS TIPO, describe y tabula oficialmente los valores que se debe asignar a estas variables, según una clasificación que distingue cuatro tipos de vehículos: automóvil, camiones de dos ejes, buses interurbanos y camiones semi-remolque.

En las láminas 2.02.402 A y B se presentan las dimensiones y radio de giro mínimo de estos vehículos.

En la tabla 2.02.402 A se reflejan las dimensiones de los vehículos pesados, según una proposición de la Dirección de Vialidad del MOP. La actual Ley de Tránsito no explicita en forma directa las dimensiones de los vehículos.

**TABLA 2.02.402 A**  
**DIMENSIONES MAXIMAS VEHICULOS PESADOS**

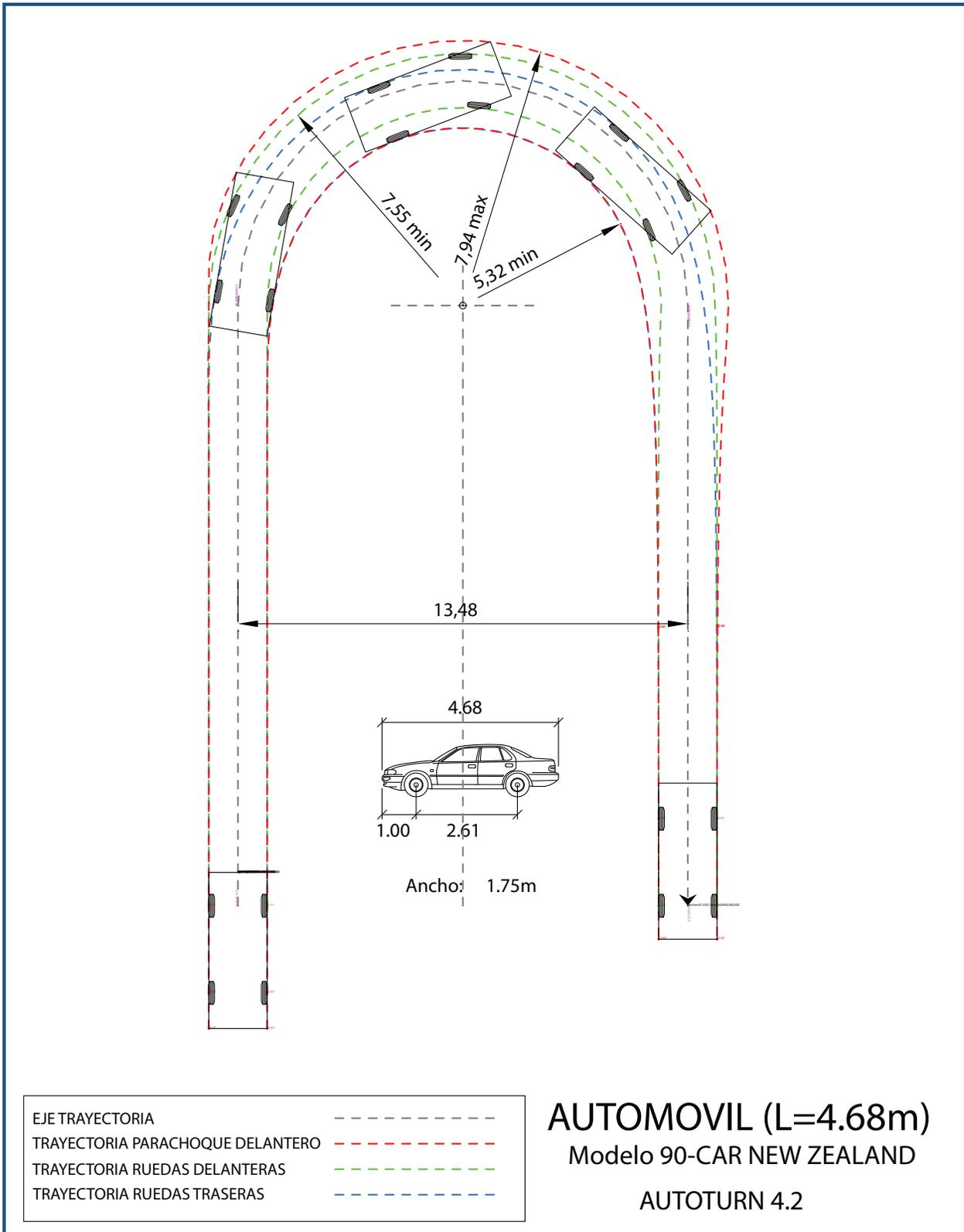
<b>TIPO</b>	<b>ANCHO MÁXIMO (m)</b>	<b>ALTO MÁXIMO (m)</b>	<b>LARGO MÁXIMO (m)</b>
Bus	2,6	4,2	13,2
Bus Articulado	2,6	4,2	18,0
Camión	2,6	4,2	11,0
Semirremolque, exceptuado el semirremolque especial para el transporte de automóviles	2,6	4,2	14,4
Remolque	2,6	4,2	11,0
Tractocamión con semirremolque	2,6	4,2	18,6
Camión con remolque o cualquier otra combinación	2,6	4,2	20,5
Tractocamión con semirremolque especial para el transporte de automóviles	2,6	4,3	22,4
Camión con remolque especial para el transporte de automóviles	2,6	4,3	22,4

Fuente:

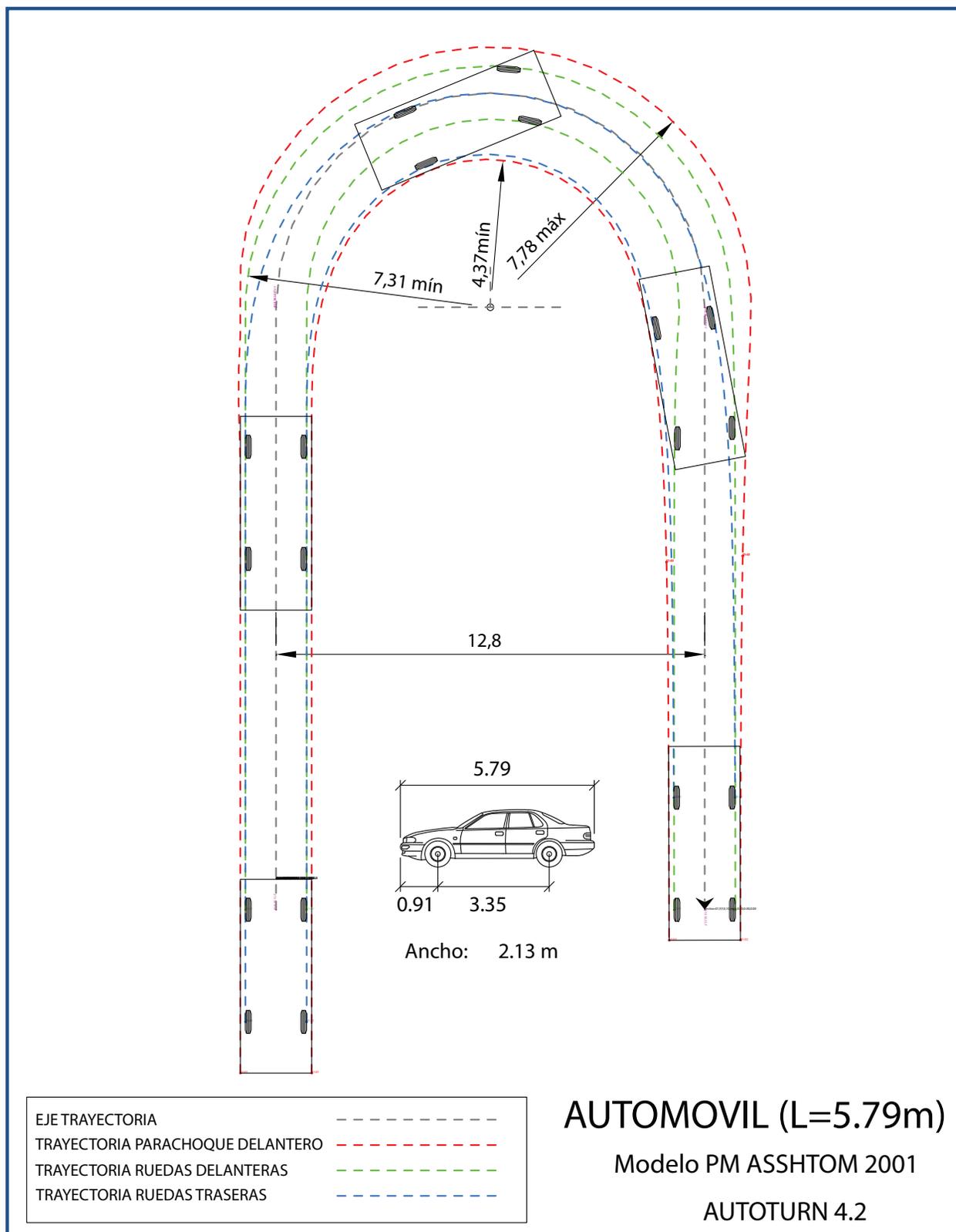
- Resolución N°1 del 3 de enero de 1995 del MTT (Publicada en el Diario Oficial de 21 de enero de 1995).
- Ley N°18.290, de Tránsito, artículo 56.

Los radios de giro que aparecen a continuación en la Lámina 2.02.402 B, no corresponden exactamente a la tipología de la tabla anterior, siendo valores típicos que no son siempre los más restrictivos para el diseño.

Factores Funcionales

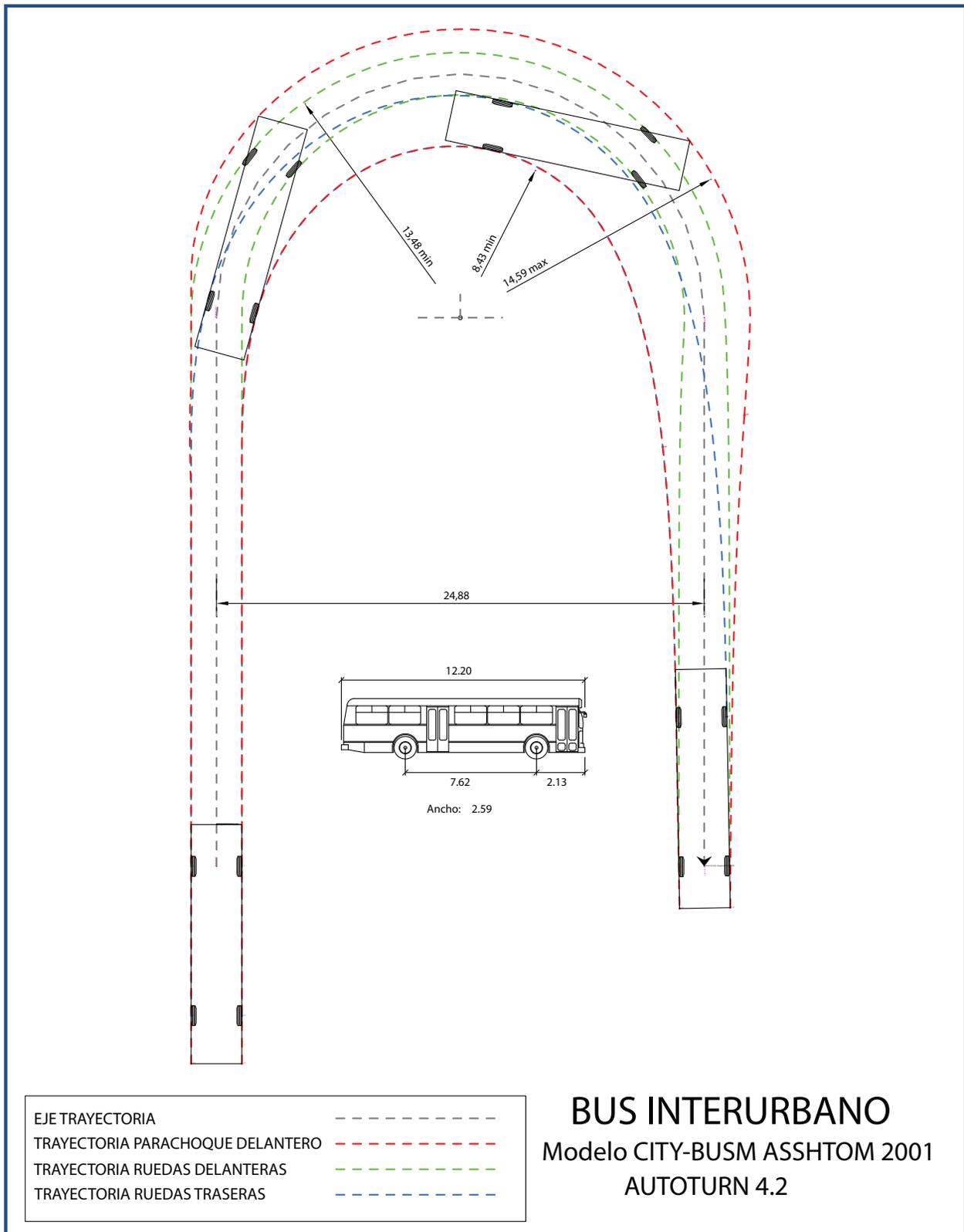


2.02.402A

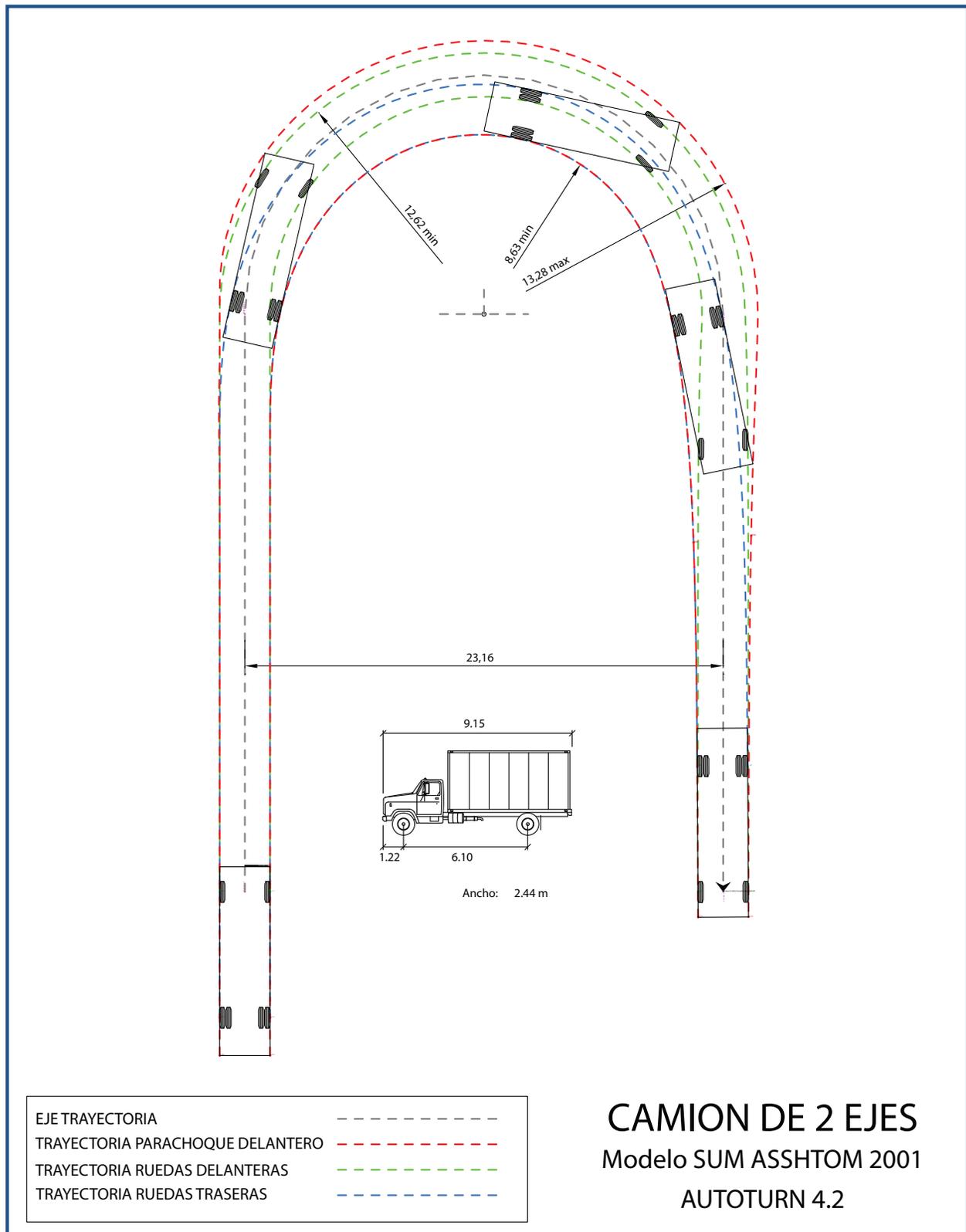


2.02.402B

Factores Funcionales

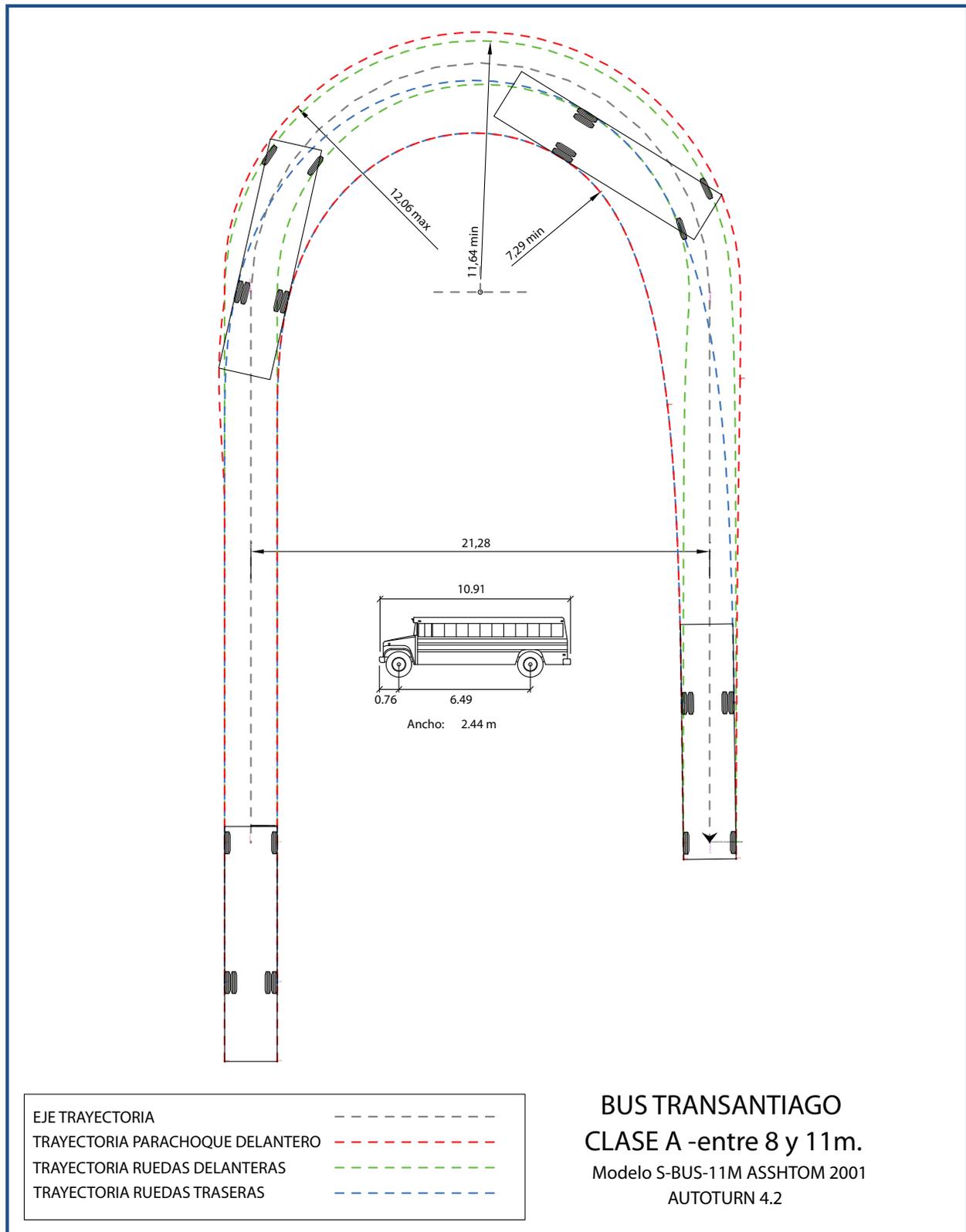


2.02.402C



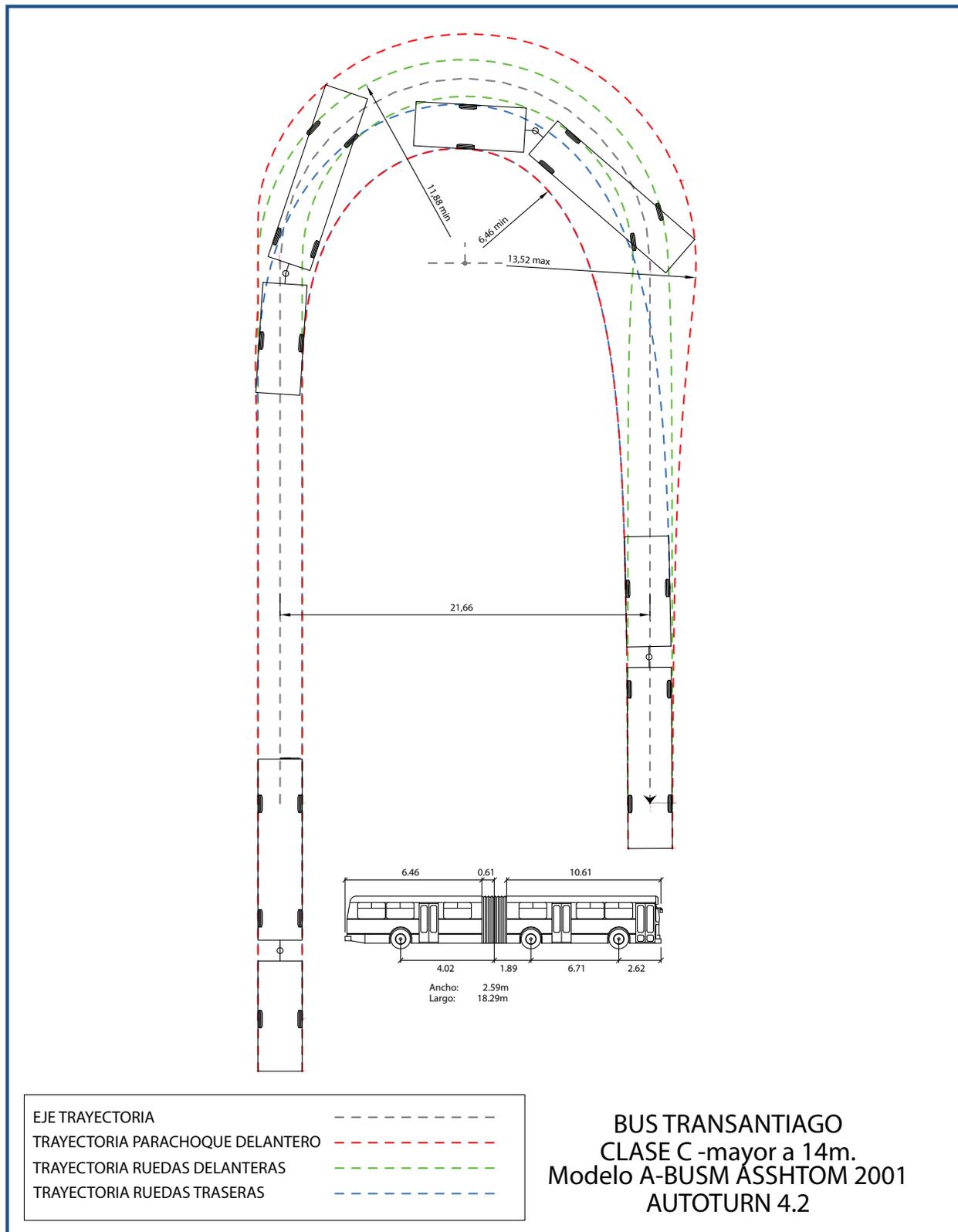
2.02.402D

Factores Funcionales



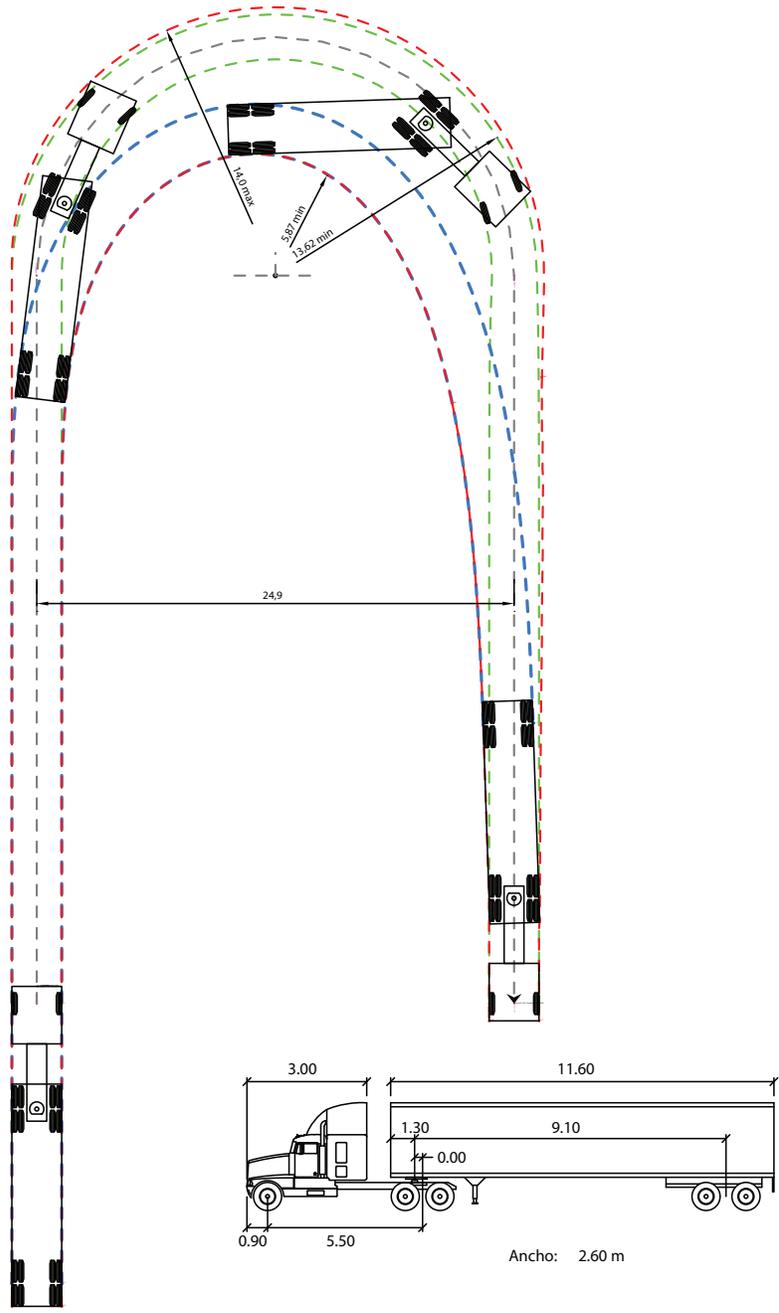
Introducción al Problema del Diseño Vial Urbano

2.02.402E



2.02.402F

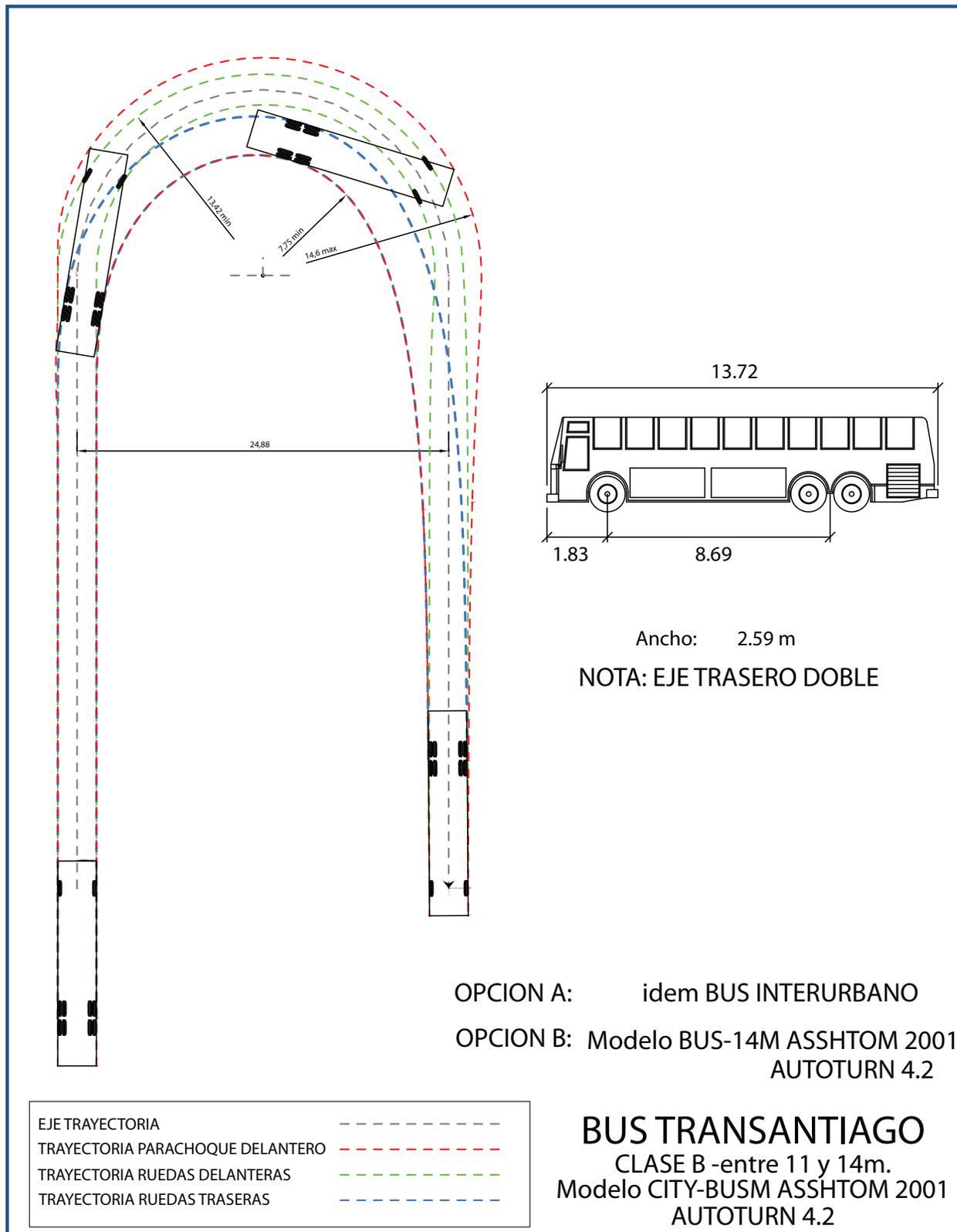
Factores Funcionales



EJE TRAYECTORIA	---
TRAYECTORIA PARACHOQUE DELANTERO	- - - -
TRAYECTORIA RUEDAS DELANTERAS	- · - · -
TRAYECTORIA RUEDAS TRASERAS	- - - -

**CAMION SEMIREMOLQUE**  
 Modelo WB-15M ASSHTOM 1994  
 AUTOTURN 4.2

2.02.402G



2.02.402H

## Factores Funcionales

Para determinar las distancias de visibilidad que se utilizan en la definición de una serie de parámetros rectores del diseño, es preciso fijar algunas alturas. Estas alturas son las que aparecen en el referido Manual de Carreteras, Tópico 3.005.2.

h	= Altura focos delanteros	0,60 m
h <sub>1</sub>	= Altura ojos del conductor de un automóvil	1,10 m
h <sub>2</sub>	= Altura obstáculo fijo en la carretera	0,20 m
h <sub>3</sub>	= Altura de ojos del conductor de camión o bus	2,50 m
h <sub>4</sub>	= Altura luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería	0,45 m
h <sub>5</sub>	= Altura del techo de un automóvil	1,20 m

Una definición más detallada de los vehículos tipo y de los pesos máximos admisibles por eje se puede encontrar en el Manual de Carreteras del MOP.

### 2.02.403 Características Operacionales de la Demanda.

Este tema es materia de un estudio específico, sin embargo, se presentará aquí un breve resumen de algunos aspectos de la demanda que han de servir.

Conviene recalcar que la apreciación subjetiva de los factores que configuran la demanda generalmente lleva a errores sustanciales, los cuales se pueden evitar si se emplean una serie de técnicas profusamente desarrolladas para tales efectos.

**(1) Intensidad del Flujo.** La cantidad de vehículos que ha de circular por un dispositivo depende de numerosos factores. Si la infraestructura es completamente nueva, la predicción de dicho flujo se debe hacer utilizando modelos de generación de tránsito que relacionen la demanda posible con una serie de variables de tipo socio-económico y urbanístico. Si el dispositivo ha de servir a flujos existentes y mesurables, se puede suponer que las intensidades futuras tendrán relación con las iniciales, aunque podrán verse afectadas por cualquier mejora significativa que atraiga hacia el nuevo diseño o usuarios que antes preferían otra alternativa.

Independientemente de la situación, es imprescindible para el proyectista cuantificar intensidades, las cuales pueden ser expresadas de dos modos básicos, en atención al uso que se les quiera dar.

La primera medida de los volúmenes de tránsito que es necesaria, para justificar cualquier inversión, para dimensionar estructuralmente algunos elementos del dispositivo y para estimar el tráfico futuro (del cual se ha de derivar el volumen de la hora de diseño), es el Tránsito Medio Diario Anual (TMDA), correspondiente al volumen total del año dividido por 365 días (veh/día).

La segunda medida de intensidad de flujos que se requiere precisar es la correspondiente al Volumen Horario de Diseño (V.H.D.). Este volumen, que se puede determinar de muchas maneras, es el que se usa en el diseño geométrico de los dispositivos viales, especialmente los urbanos, en los cálculos de capacidad y en la determinación de las medidas tendientes a ordenar los flujos.

Una tercera medida es la Intensidad Horaria Punta, que es el número de vehículos que pasa por una sección durante la hora supuestamente de mayor circulación, y que puede eventualmente considerarse como el volumen horario de diseño.

La intensidad del tránsito varía constantemente a lo largo del tiempo. Cuando la capacidad del dispositivo no supone un condicionante y las características físicas del mismo y del uso del suelo vecino se mantienen constantes, dicha intensidad depende de la demanda.

A pesar de los muchos factores involucrados, se ha observado que los flujos de tránsito cumplen con ciertas leyes y correlaciones, las cuales sirven para el análisis de la demanda.

Las conclusiones más útiles para estos efectos, provenientes de dichas observaciones, son las que describen ciclos de la intensidad de tránsito y las que relacionan el TMDA con los volúmenes horarios. Los ciclos que son observables son anuales, semanales y diarios.

En un tramo cualquiera de la red, si no aparecen modificaciones sustanciales, la variación de la intensidad de tráfico del día típico de un mes sigue leyes relativamente constantes a lo largo de los años.

Las variaciones en las zonas urbanas son menos acusadas que en las rurales, dependiendo ellas, además, del tamaño y carácter de la ciudad y ubicación del tramo dentro de la red: ciudades grandes, de carácter industrial, y calles céntricas presentan menos fluctuaciones que las turísticas, más pequeñas y que las calles de los suburbios.

Dentro de una semana se producen variaciones de la intensidad del flujo que suelen ser acusadas. Días laborales, sábados y festivos se comportan de manera diversa, pero siempre siguen una tónica que puede ser proyectada.

El ciclo diario es el más interesante y, en general, el más variado: gran parte del tránsito se produce entre las 6 de la mañana y las 10 de la noche, y en una hora cualquiera del día, los flujos horarios pueden corresponder a una fracción importante del flujo medio diario.

Para proyectos viales en zonas rurales se emplea con frecuencia el volumen de la "hora 30" como V.H.D. (la hora que ocupa el lugar número 30 en una ordenación decreciente de las intensidades horarias medidas a lo largo de un año).

Este método puede ser utilizado en áreas urbanas, pero también existen otras formas de determinar el V.H.D., ya sea a partir de datos estadísticos específicos, o mediante asignaciones de flujos para distintos elementos de una red vial urbana, derivados de encuestas hechas para una planificación general de los sistemas de transporte urbano.

Cuando no existen estadísticas se pueden hacer conteos durante períodos cortos y determinar el V.H.D. mediante métodos simplificados, como puede ser el promediar las horas puntas de los días hábiles.

Evidentemente, hay que tener en cuenta las posibles imprecisiones del método, que serán mayores en la medida que los flujos sean pequeños o estén afectos a variaciones estacionales.

Existen modos manuales y automáticos de medir intensidades de flujo vehicular (aforos). Los primeros son adecuados para estudiar los movimientos de giro y la composición del flujo vehicular (véase acápite siguiente), siendo por lo general más baratos y más flexibles frente a dificultades físicas. Los automáticos son necesarios para flujos elevados y para conocer el comportamiento del flujo según una función continua del tiempo.

## Factores Funcionales

También se podrá hacer aforos desde un vehículo mediante fotografía, pero en general estos métodos no son aún tan fiables ni tan económicos como los anteriores, por lo que se les usa principalmente como complemento de aquellos en situaciones muy especiales, o en investigaciones experimentales, a la espera de desarrollos que individualmente habrán de producirse con el tiempo. El proyectista debe mantenerse al tanto de estos avances.

**(2) Composición del Flujo.** Las dimensiones, peso y movilidad de los distintos tipos de vehículos que existen en el parque motorizado del país varían enormemente. También son variables en las proporciones en que cada tipo se encuentra en las corrientes de tránsito.

Una característica de los países menos desarrollados es la mayor importancia relativa de los vehículos pesados dentro de las distintas corrientes vehiculares.

El efecto de estos últimos vehículos sobre la circulación es notable, sobre todo el de los buses de transporte colectivo, que deben detenerse para intercambiar pasajeros.

Es por esto que es imprescindible para un buen diseño hacer mediciones separadas de los distintos tipos de vehículos que sean significativos, los cuales no necesariamente habrán de ser los vehículos tipo catalogados en 2.02.402.

Efectivamente, en las mediciones correspondientes se puede distinguir tantos tipos de vehículos como parezca útil, según el tipo de estudio y las características de tránsito del sector. En las calles importantes de las ciudades chilenas, por ejemplo, es importante considerar separadamente los vehículos particulares, los camiones, los taxibuses y los buses, pudiendo en algunos casos ser interesante distinguir el flujo de bicicletas e incluso el de los vehículos especiales: tractores, carretas de mano, tracción animal. Más aún, suele ser importante aforar taxis atendiendo a si están ocupados o no.

**(3) Velocidades.** Este es uno de los factores que más influencia la demanda, puesto que el ciudadano es muy sensible a las variaciones del tiempo empleado en sus desplazamientos. Tanto es así, que los beneficios de las obras de mejoras del tránsito se miden principalmente en términos del valor monetario del tiempo ahorrado como resultado del aumento de velocidad que supondrá dicha mejora.

Se señalarán aquí aquellas velocidades que se producen en los distintos elementos viales y que pueden o deben ser medidas para efectos de estudios de tránsito. Estas son:

- Velocidad local ( $V_1$ ): la de un vehículo en una sección de una vía.
- Velocidad de circulación ( $V_c$ ): el cociente entre la distancia recorrida en un tramo y el tiempo que el vehículo está en movimiento.
- Velocidad de recorrido ( $V_r$ ): el cociente entre la distancia total recorrida en un tramo y el tiempo transcurrido entre el inicio y el final del viaje, incluidas todas las demoras debidas al tráfico.
- Velocidad media local: velocidad media, en un cierto período, de todos los vehículos que pasan por una sección.  

$$\bar{V}_1 = \sum v_j / n \quad (n = \text{N}^\circ \text{ de veh; } v_j = \text{vel local del veh. } j)$$
- Velocidad media de un tramo: dado un tramo de longitud  $L$ , es la media de los tiempos empleados por  $n$  vehículos en recorrerlos.  

$$\bar{V}_L = nL / \sum t_j \quad (t_j = \text{tiempo empleado por el veh. } j)$$
- Velocidad de operación (V.OP.): la velocidad media de desplazamiento que pueden lograr los usuarios en una vía, bajo las condiciones prevalecientes del tráfico, sin exceder la velocidad de diseño de cada uno de los tramos que la constituyen.

Las velocidades medias suelen ser de mayor interés para los estudios de tránsito que las de los vehículos aislados. La velocidad media local ( $\bar{V}_1$ ) y en un tramo ( $\bar{V}_L$ ) se usan indistintamente, con pequeñas ventajas para una y otra, según el caso: las  $\bar{V}_L$  utilizan valores medios de los tiempos de recorrido, que pueden ser sumados directamente, a diferencia de lo que ocurre con las velocidades; las  $\bar{V}_1$ , por su parte, que para velocidades no uniforme de los vehículos generalmente resultan menores que las  $\bar{V}_L$  (los vehículos lentos tienen mayor efecto), son más estables, lo que permite muestras más reducidas para un mismo grado de fiabilidad.

Las velocidades de operación son fundamentales en el cálculo de la capacidad y de los niveles de servicio de los distintos tipos de calles, dependiendo ellas en parte de la velocidad de diseño, cuya definición e importancia obligan a tratarla como parte fundamental de la oferta (2.02.501).

El estudio de las velocidades en un tramo determinado o en un punto fijo de él, se realiza midiendo las velocidades individuales de todos o de una muestra de los vehículos que atraviesan una cierta sección. Con esto se estima una distribución de velocidades del conjunto del tráfico en las circunstancias del estudio (período de realización y condiciones atmosféricas).

## Factores Funcionales

Las mediciones se pueden hacer con cronómetro, midiendo el tiempo empleado en recorrer una distancia que depende de la velocidad del flujo y de la precisión que se desee (30 – 40 m. para velocidades inferiores a 40 km/h; mayores de 100 m. si la velocidad supera los 60 km/h). Un operador puede efectuar la medición si se encuentra en un punto que permita la visión completa del tramo o si utiliza algún instrumento (por ejemplo “enoscopio”). En caso contrario, se requerirán dos operadores comunicados entre sí.

También se pueden utilizar detectores, pero continúa siendo necesaria una cuidadosa identificación de los vehículos para que las medidas a la entrada y la salida correspondan al mismo vehículo.

Existen una serie de dispositivos bastante precisos que miden velocidades utilizando bases muy cortas (< 2,0 m.). Estos equipos, así como los radares, tienen el inconveniente fundamental del precio.

Para medir velocidades o tiempos empleados en recorrer tramos o redes complejas, o para informarse acerca de los tiempos perdidos en los desplazamientos -duración, número y frecuencia de las detenciones- o los tiempos totales de recorrido entre dos puntos, o el tiempo que un vehículo está en movimiento o las velocidades de circulación y de recorrido, se pueden utilizar básicamente dos métodos: el del vehículo piloto y el de las matrículas.

El primero consiste en hacer circular por el tramo en estudio, a una velocidad representativa de las de la mayoría de los vehículos cuyas características se pretende analizar, a un coche típico que lleva equipos y operadores dedicados a medir distancias recorridas y tiempos empleados. Estas mediciones se ejecutan un mínimo de seis veces, y si la desviación media del tiempo medio de recorrido supera el límite de un sexto de dicho tiempo medio, se ejecutan otras 4 veces hasta que se cumple esta condición.

Las mediciones pueden ejecutarse mediante dos cronómetros, que funcionan alternativamente, según si el vehículo se encuentra en marcha o detenido. Se anotan los períodos en movimiento, el recorrido hecho durante ellos (extraídos de un odómetro decamétrico) y los períodos de detención.

El método de las matrículas consiste en que dos observadores, provistos de cronómetros sincronizados, anoten las matrículas de los vehículos que pasan por sus puntos de observación junto con la hora a la que lo hicieron. Así se puede establecer posteriormente el tiempo empleado por los vehículos en recorrer el tramo.

Este método sirve para distancias del orden de 1.000 m. o superiores, siempre que en el tramo no existan demasiados puntos de entrada, salida o detención. Si los flujos son muy grandes, conviene usar procedimientos de muestreo (matrículas pares, terminadas en un número, etc.).

En todos los casos hay que dejar establecidas las circunstancias de la medición que pueden haberle afectado (estado de la infraestructura, del tiempo, períodos, etc.).

El proyectista debe estar al tanto de los avances que se producen en este campo.

### 2.02.404 Características de los Viajes.

**(1) Origen, Destino, Objetivos y Nivel de Ocupación.** El origen de los viajes, sus objetivos, el nivel de utilización de los vehículos y sus destinos y por lo tanto las longitudes del trayecto, son aspectos cuyo conocimiento amplio permite tener una perspectiva clara de la demanda.

Para obtener estos datos se realizan encuestas, a partir de procedimientos de muestreo, de una de las formas siguientes:

- En la calle, deteniendo a la totalidad de los vehículos o a una muestra.
- Mediante tarjetas que se entregan directamente o por correo.
- A domicilio, por entrevista.
- En lugares o a personas específicas (estacionamientos, centros de atracción, locomoción pública, etc.).

En cada caso se obtiene la información requerida, que puede ser distinta según el tipo de estudio en marcha, acerca de viajes de personas y/o vehículos.

Las técnicas desarrolladas para efectuar encuestas han sido depuradas grandemente a lo largo de los años, estableciéndose metodologías muy detalladas para cada uno de los tipos mencionados.

Estas metodologías abarcan desde algunas etapas previas que son comunes a toda encuesta, como la determinación del tamaño de la muestra, su grado de confiabilidad y la división del área de estudio en zonas, hasta la etapa final, que también es similar en sus generalidades y que consiste en el tratamiento y validación computarizada de los datos obtenidos y codificados.

La realización concreta de cada encuesta, así como otras fases preliminares y posteriores específicas del tipo que se trate, son también objeto de estas metodologías, que pueden ser consultadas en textos especializados.

Existen relaciones directas de estas variables con la densidad y distribución de la población urbana, con el desarrollo y tamaño de la ciudad, con la situación y características del centro, y con el nivel económico de la población.

Por lo tanto, la obtención de los datos, además de servir para precisar estas relaciones, suele ser útil como referencia general para prever los efectos cualitativos de un proyecto sobre la demanda o para aconsejar la ejecución de obras que contribuyan a la continuidad funcional de la red vial.

**(2) Longitud de Viaje.** Para los efectos de definir la longitud de un viaje, se entiende éste como una conexión completa origen-destino; o sea, puede comprender varias etapas con sus trasbordos entre medios distintos del transporte.

De acuerdo a esto, se definen viajes largos, medianos y cortos. Estas características, en conjunto con los volúmenes asociados a cada una de ellas, es fundamental para una planificación de la red vial en base a una jerarquización adecuada. Los datos pertinentes se obtienen de las encuestas aludidas en el acápite anterior.

## Características de la Oferta

La descripción de cada uno de estos viajes es:

a) *Largo*. Generalmente corresponden a conexiones entre puntos con actividades complementarias, con escasas detenciones o desvíos intermedios y con una marcada periodicidad que produce concentraciones altas en los períodos de mayor demanda. Asociables a valores altos del tiempo. Incluye viajes extraurbanos, con distribuciones sensibles al día de la semana y a la estación, y con fuerte incidencia de vehículos pesados.

b) *Medianos*. Puede tener características propias del "largo", pero es en general más heterogéneo, ya que las motivaciones suelen ser más variadas. Muchas de las actividades que los generan o que los reciben tienen frente directo a las vías que canalizan, lo cual explica que gran cantidad de ellos se realice en locomoción colectiva. Pueden ser conexiones completas o una etapa de un viaje largo.

c) *Corto*. Origen y destino dentro de la comuna o el vecindario, motivados principalmente por actividades sociales o de abastecimiento. Pueden ser etapas iniciales y finales.

### 2.02.5 CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA

Conocida o estimada la demanda que actuará sobre un dispositivo sus características particulares, corresponde satisfacerla con un dispositivo al cual habrá que conferirle unas características geométricas y materiales que aseguren un desplazamiento eficiente y seguro a los volúmenes de diseño considerados.

**2.02.501 Velocidad de Diseño.** Esta es la velocidad máxima a la cual un vehículo puede recorrer un tramo de vía en circunstancias tan favorables que dicho máximo queda determinado exclusivamente por las características geométricas del tramo.

A diferencia de las velocidades mencionadas en el acápite 2.02.403 (3) ésta corresponde a un valor teórico. Dicho valor es utilizado para el cálculo o derivación de prácticamente la totalidad de los parámetros que definen la geometría en planta y elevación de los elementos viales, así como influye poderosamente en la elección de los elementos de la sección transversal.

Por esto, la velocidad de diseño, en conjunto con la visibilidad, son considerados controles básicos del diseño.

Es importante que las vías mantengan una velocidad de diseño homogénea en tramos significativos de su recorrido, y que los elementos de las intersecciones se ajusten a ella en forma coherente.

La elección de un valor para este parámetro redundante directamente en las factibilidades técnicas y económicas de las obras, debido precisamente a que una serie de elementos determinantes, tales como radios de curvatura, anchos de pistas, pendientes y acuerdos verticales, aumentan con la velocidad de diseño, exigiendo espacios cada vez mayores y menos flexibles para su materialización.

Por otra parte, un dispositivo que contemple velocidades de diseño elevadas, supondrá un servicio cada vez mejor y por consiguiente beneficios cada vez más altos dentro de un cierto rango de valores para dicha velocidad.

Es importante subrayar que la velocidad de diseño no es la velocidad media a la que circularán los vehículos, ya que esta última (velocidad de operación) será el resultado de las condiciones prevalecientes del tránsito y de la vía; o sea, dependerá principalmente de los volúmenes, del tipo y de la eficiencia de los dispositivos de control, del clima y del estado de la vía.

Conviene recalcar, en este sentido, que las "circunstancias favorables" que la definición de velocidad de diseño exige -para que ésta sea posible en un tramo- presuponen la inexistencia de intersecciones, o la existencia de ellas a distancias suficientes como para hacer desaparecer su efecto sobre la velocidad en el tramo del estudio, o bien una sincronización perfecta de los semáforos de tal modo de no impedir el desarrollo de dicha velocidad.

La velocidad de diseño se elige, en el mejor de los casos, evaluando comparativamente los diseños posibles con distintos valores de la misma. En todo caso, ella dependerá fundamentalmente de la categoría de la vía, y, por lo tanto, de todos los factores que confluyen a la clasificación descrita en la Sección 2.03 del presente capítulo.

**2.02.502 Capacidad.** Este es un término amplio, que debe ser comprendido cabalmente antes de ser utilizado como medida de la oferta de un dispositivo vial. La definición más simple de "capacidad" de un elemento vial es la máxima cantidad de vehículos o personas que puede pasar por unidad de tiempo por una o más secciones de un elemento de infraestructura vial bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y del elemento. Este máximo no puede ser superado si no se modifican dichas condiciones prevalecientes, entre las que se cuentan, dejando de lado el caso peatonal, el tipo de elemento (si son pistas unidireccionales, bidireccionales, ramales, corredores de intersección, tramos de trenzado, veredas, etc.), la velocidad de diseño, el ancho del pavimento, las luces libres laterales, el porcentaje de vehículos pesados (el tipo de maniobra si se trata de una intersección), y en general el estado y características geométricas del diseño.

Cuando el volumen observado se acerca al máximo posible, las condiciones de operación son malas, aún cuando el elemento y su tránsito presentan condiciones ideales. Por esto es que normalmente se habla de capacidad de diseño, que corresponde a la demanda máxima que permite una cierta calidad o nivel de servicio a esa demanda o volumen de servicio. Los "niveles de servicio" son definidos para los distintos elementos que lo permiten, asociándose a ellos algunas condiciones de operación de los flujos en dichos elementos.

En la medida que brindar un servicio de transporte sea relevante, el factor capacidad se hace rector, cada vez más exclusivo, del diseño geométrico de un elemento de vialidad urbana. En el caso extremo, la evaluación económica manejará sólo los beneficios derivados de los mejoramientos de la función transporte y los costos de los recursos para proveer determinada capacidad y nivel de servicio. Como hemos visto, este caso es prácticamente inexistente.

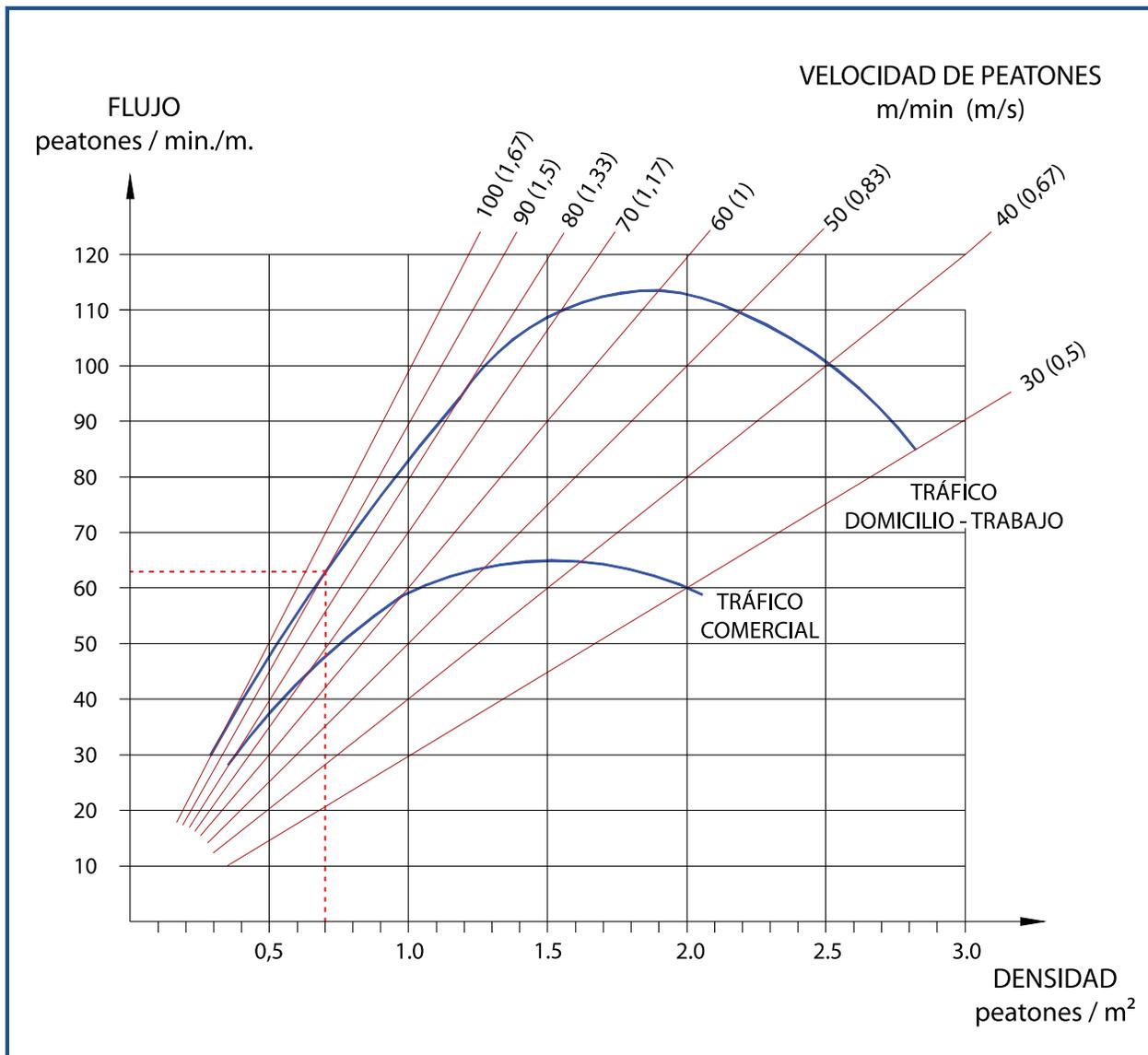
En el presente párrafo se hará una distinción para abordar el tema de la capacidad. Se considerarán los siguientes elementos: bandas continuas para peatones, vías continuas, intersecciones, ramales y tramos de trenzados. El tratamiento del primero será un poco más detallado, por permitirle su longitud, por no existir una bibliografía fácilmente accesible y por ser generalmente ignorado el problema en los diseños urbanos. Los demás recibirán sólo la atención mínima, tendiente a dirigir al proyectista hacia la bibliografía especializada.

## Características de la Oferta

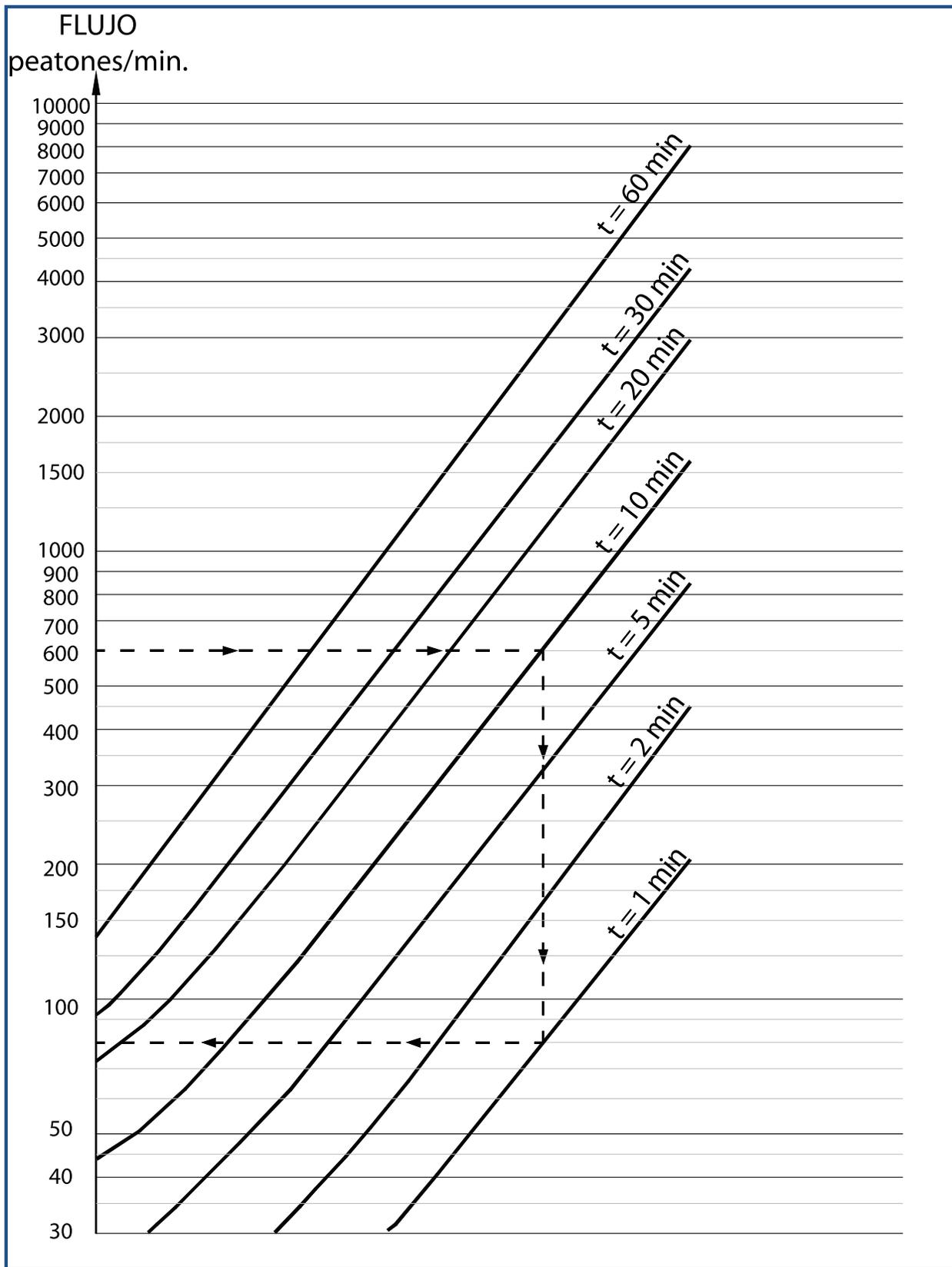
**(1) Capacidad de Bandas Peatonales.** El volumen de un flujo peatonal (F) que ocupa una banda continua depende del ancho de dicha banda (l), de la densidad del flujo (d) y de la velocidad (v), según la expresión:

$$F = d \cdot l \cdot v$$

El primer ábaco de la lámina 2.02.502 (1) A entrega los flujos por metro de ancho para una densidad y una velocidad determinadas, las cuales se relacionan, de acuerdo a lo mostrado en la lámina 2.02.401 (1) A, según el tipo de motivación que genera el desplazamiento. Por ejemplo, si se considera un flujo del tipo domicilio-trabajo, al cual se desea brindar en algún momento (año de diseño) una velocidad de 1,5 m/s (5,4 km/h), se deberá pensar en una densidad no superior a 0,7 peatones/m<sup>2</sup>, régimen al cual cada metro de banda continua podrá atender a un máximo de 62 transeúntes por minuto (sígase la línea de segmento en el ábaco).



2.02.502(1) A



2.02.502(1) B

## Características de la Oferta

Otro ejemplo, que permite calcular el ancho necesario para el desplazamiento de un cierto flujo en un tipo de calle determinado es el siguiente:

Supóngase una calle comercial, donde se han medido los volúmenes de peatones en períodos punta (1 a 2 horas), fraccionados en sub-períodos de 10 minutos, y se ha obtenido un promedio de 600 peatones cada 10 min. Para saber el ancho necesario actual se entra al ábaco II recién citado (véase línea de puntos) con el valor 600 y se proyecta horizontalmente hasta cortarla con la curva correspondiente a los 10 minutos, en un punto desde el cual se baja hasta la de un minuto. El encuentro entre esta última y la referida proyección vertical corresponde a un volumen de 80 peatones por minuto.

Si se desea una densidad mínima para este tipo de actividad, el ábaco de la lámina 2.02.401 (1) A arroja una velocidad entre 0,75 m/s y 1,25 m/s. Considerando una velocidad promedio (1 m/s), la fórmula anterior nos da:

$$1 = \frac{F \text{ (peatones/s)}}{d \text{ (peatones/m}^2\text{)} V \text{ (m/s)}} = \frac{80 \text{ (peatones/min)} / 60 \text{ s/min}}{0,5 \text{ (peatones/m}^2\text{)} 1 \text{ (m/s)}} = 2,33 \text{ m}$$

Mayores detalles concernientes a la elección definitiva de los anchos de las bandas peatonales, que dependen además de otros factores, aparecen en el Capítulo 3, "Zonas Peadonales", Párrafo 3.02.101.

## (2) Capacidad en Vías Continuas

### a) Aspectos Generales.

El máximo volumen de tráfico que puede ser atendido por una calle está frecuentemente limitado a aquél que pueda fluir por una intersección aislada. El análisis de la capacidad de tramos de vías que incluyen intersecciones se realiza básicamente en dos etapas:

- Identificación de intersecciones "cuello de botella" y cálculo de sus capacidades.
- Determinación de la capacidad del tramo en conjunto.

En general, entonces, la capacidad de las calles urbanas debe estudiarse analizando sus intersecciones, especialmente cuando ellas son céntricas, ya que esta variable, en dichas calles, no representa el máximo número de vehículos que pueden pasar por la vía, según sus características físicas, sino la máxima utilización del tiempo disponible en los cruces, ya sea el tiempo verde si hay semáforos o bien el tiempo en que no existen otras interferencias.

Si el porcentaje de verde es aproximadamente igual en todos los cruces y no existen obstrucciones, la capacidad de un carril se puede definir como el máximo número de vehículos que pueden pasar por él en una hora de luz verde.

En términos muy generales, la capacidad por carril y hora verde, en condiciones ideales, varía entre 1.000 y 1.700 vehículos, según el tipo de ciudad, la situación de la calle dentro de ella y el número total de carriles. Estos límites dan idea de la dispersión de los resultados y de la necesidad de estudiar con detalles cada situación particular, recurriendo para ello a alguno de los modelos de simulación matemática que existen para estos efectos.

Una buena aproximación para capacidades de diseño, útil para planificación y en muchos casos suficientemente precisa para propósitos de diseños, puede ser obtenida de las láminas 2.02.502 (2) A y B. La primera es aplicable a vías expresas y a vías troncales donde se desea proveer un nivel de servicio elevado (B). La segunda es aplicable a los otros tipos de vías urbanas (nivel C).

Estos ábacos provienen del Highway Capacity Manual (H.R.B., 1965) lo que implica la utilización de una serie de conceptos no necesariamente usados en otras metodologías.

En este caso, los gráficos suponen ciertos niveles de servicio, que se definirán más adelante, y por lo tanto un factor de carga o índice de congestión  $I_c$ , que es una medida de la utilización que se hace de los accesos a una intersección durante una hora punta. La definición según el H.C.M. es: "El factor de carga es el cociente entre el número de intervalos verdes congestionados durante una hora y el número total de períodos verdes que ocurren durante el mismo período".

El factor de hora punta (FHP), que también aparecerá más adelante como variable asociada al nivel de servicio, es el cociente entre el número de vehículos contados durante una hora punta y 4 veces el número de vehículos contados durante los quince minutos consecutivos más cargados.

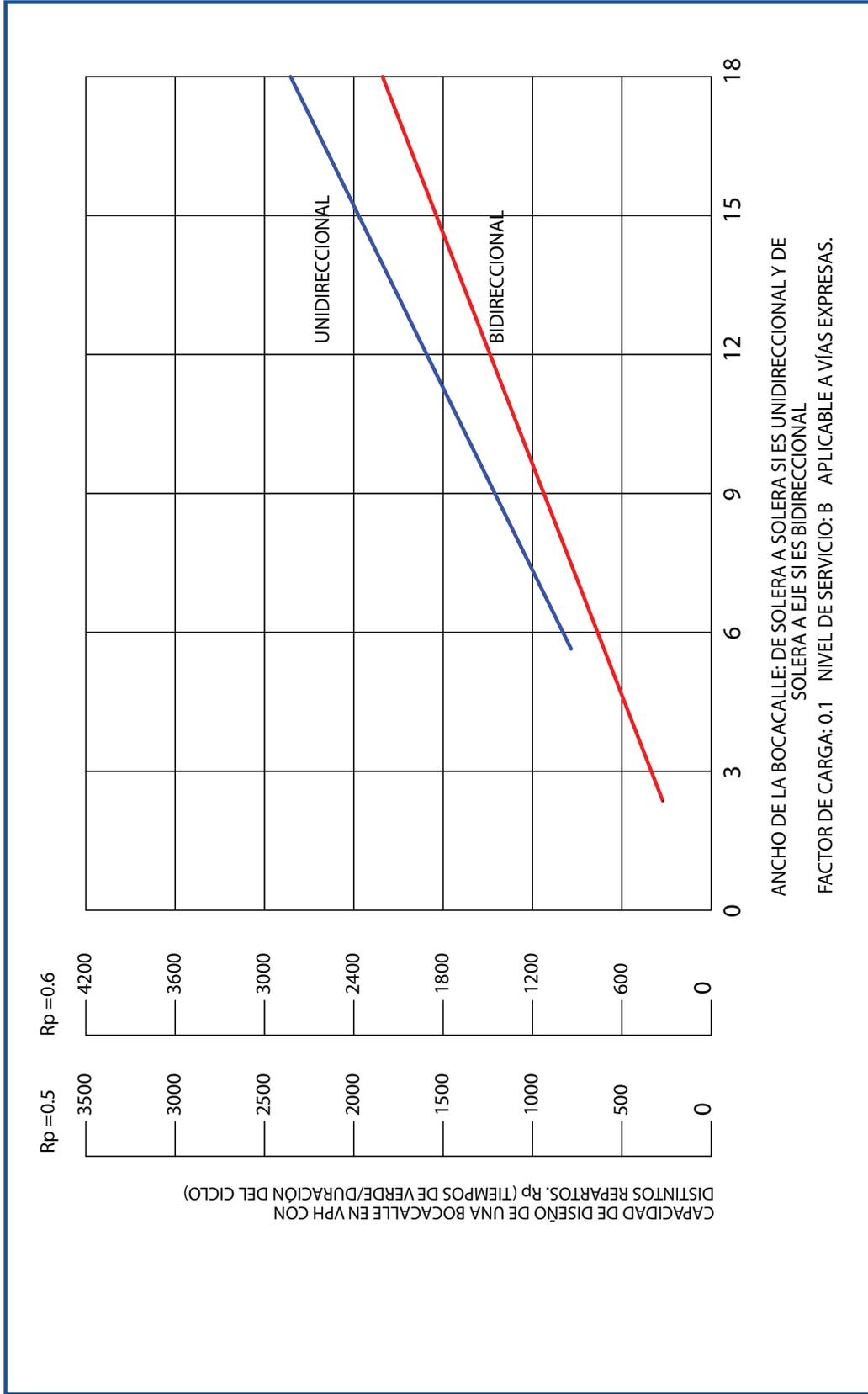
$$\text{FHP} = \frac{I}{4 I_{15}}$$

$I$  = intensidad horaria máxima (hora punta)  
 $I_{15}$  = intensidad horaria máxima durante 15 minutos consecutivos dentro de la hora punta.

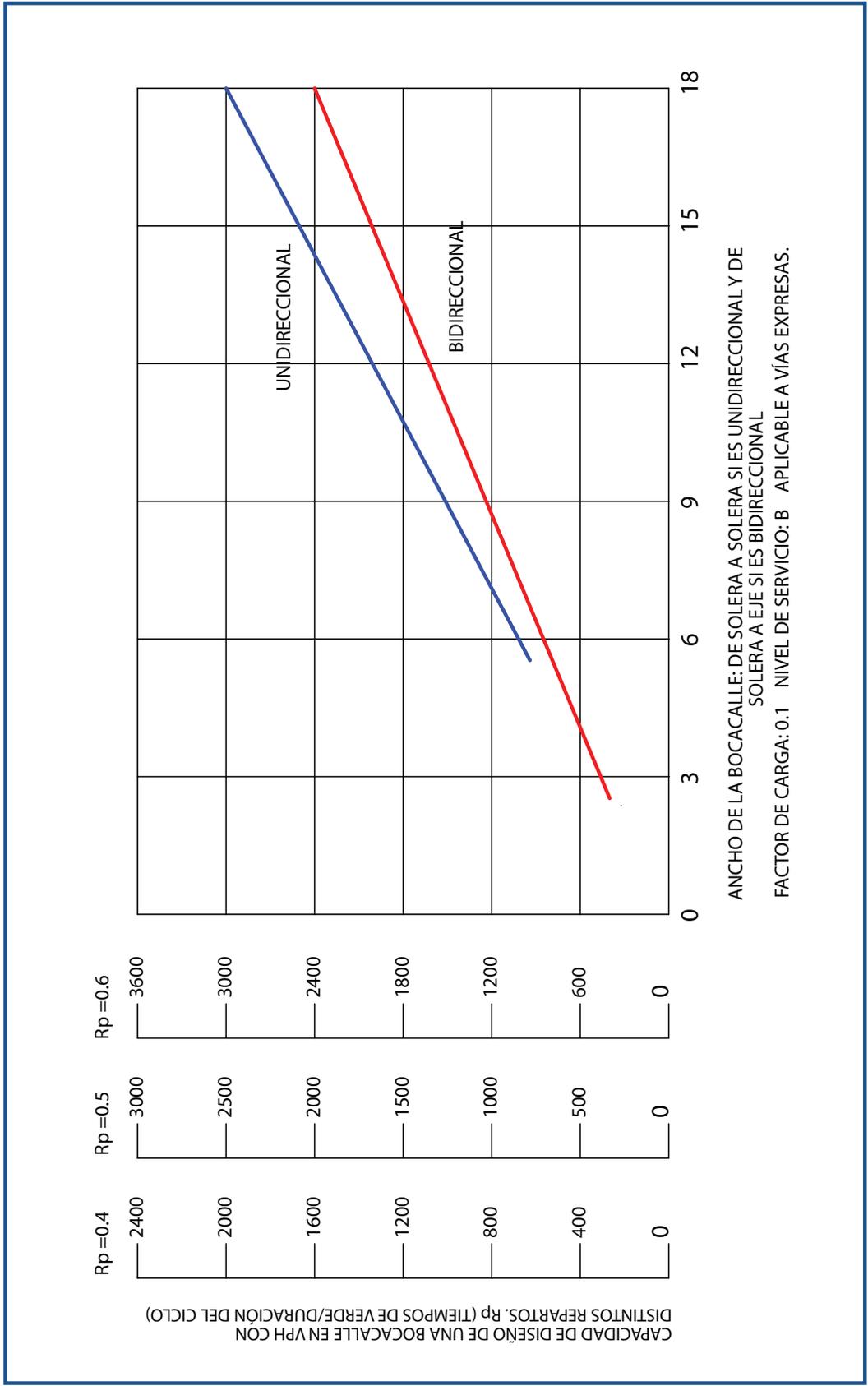
En vías expresas y ramales de enlace se utiliza un FHP calculado en base a una subdivisión de la hora punta en 12 períodos de 5 minutos.

*b) Niveles de servicio.* El H.R.B. (Highway Research Board, U.S.A.) define niveles de servicio para varios tipos de vías. Entre ellas distingue una categoría aplicable a calles con semáforos de categoría equivalente a las que en nuestro país han sido designadas como vías expresas y troncales, y aplicables incluso a las colectoras si no existe demasiada integración de la vía al entorno comunitario. Estos niveles de servicio suponen una descripción subjetiva de las características generales del flujo (libre, estable, inestable y forzado) y de las demoras, y una definición de ciertas variables de tránsito. Dichas variables son: velocidad promedio en el tramo, razón volumen / capacidad, factor de carga o índice de congestión  $I_c$  en intersecciones y factor de hora punta (FHP).

Características de la Oferta



2.02.502 (2) A



2.02.502 (2) A

## Características de la Oferta

Los niveles de servicio en cuestión son los siguientes:

- Nivel A: Velocidad promedio de 48 km/h o más. Flujo libre, con razón  $v/c$  de 0,60.  $I_c$  próximo al límite de 0,0.  $FHP \leq 0,70$ .
- Nivel B: Velocidad promedio disminuye a 40 km/h o más, debido a demoras razonables en intersecciones y a algún roce vehicular razón  $v/c$  de 0,70.  $I_c \leq 0,1$ .  $FHP 0,80$ .
- Nivel C: Velocidad promedio de aproximadamente 32 km/h. Flujo aún estable con demoras aceptables  $v/c \geq 0,80$ .  $I_c$  en la mayoría de las intersecciones  $\leq 0,3$ .  $FHP \leq 0,85$ .
- Nivel D: Velocidad promedio se reduce a 24 km/h. El flujo se acerca a la inestabilidad.  $v/c \geq 0,90$ . Las demoras se extienden y se tienen vehículos esperando, a veces dos o más ciclos en algún semáforo.  $I_c \leq 0,70$ .  $FHP \leq 0,90$ .
- Nivel E: Velocidad promedio variable, pero del orden de los 24 km/h.  $v/c = 1$  o sea, funcionamiento a plena capacidad. Flujo inestable. Se forman colas en los accesos a las intersecciones.  $I_c$  entre 0,7 y 1,0.  $FHP$  muy probablemente del orden de 0,95.
- Nivel F: Flujo forzado con velocidades promedio bajo 24 km/h. Todas las intersecciones congestionadas y colas que se extienden incluso hasta la intersección semaforizada anterior.

### (3) Capacidad de Intersecciones.

Si se desea afinar el cálculo de la capacidad de una intersección, más allá de lo que arrojan los ábacos entregados en el acápite anterior, se puede recurrir a numerosos métodos.

Se aceptan los criterios contenidos en el capítulo 6 del "Highway Capacity Manual", editado por el H.R.B. en el año 1965.

Existe también modelos computacionales que simulan el funcionamiento de intersecciones señalizadas con "PARE" o con "CEDA EL PASO", pero por lo general estos casos no suelen ser los que condicionan la oferta si los criterios empleados para decidir tales controles son acertados

### (4) Capacidad de Ramales

a) *Aspectos Generales.* Entendiendo por ramal a aquellas calzadas que permiten pasar de una vía a otra, se tiene que la capacidad de los mismos, salvo circunstancias excepcionales, está limitada por el funcionamiento de sus terminales o empalmes con las vías principales.

Dichos empalmes pueden afectar muy negativamente las condiciones de operación de la vía (vías expresas), si la demanda es excesiva o si su diseño es deficiente. Cuando se produce congestión en ellos, algunos vehículos de paso evitan la pista exterior (pista 1) de la vía, contribuyendo a la congestión de las demás pistas.

La pérdida de eficiencia es una función del volumen vehicular que entra y sale por los terminales, de las distancias entre puntos de entrada y salida y de la geometría de los terminales. No se sabe lo suficiente de estas variables aisladas como para permitir conclusiones cuantitativas del efecto de las mismas cuando son abordadas individualmente. Sus efectos combinados son considerados estimando una influencia negativa uniforme sobre la pista 1, independientemente de las causas o extensión de la interferencia sobre puntos aislados.

Además del efecto en el tránsito de paso, aquel otro que utiliza los ramales está expuesto a otra forma de congestión que no se presta a cuantificaciones en términos de velocidad, demoras o tensión de los conductores. El grado de congestión en estos movimientos está relacionado con el volumen total en la pista 1 en la vecindad del empalme; esto es, el volumen combinado del tránsito de paso que usa esa pista y del que usa el ramal.

El volumen máximo que puede ser atendido sin producir un grado excesivo de congestión debe permanecer como objeto de una decisión subjetiva. La experiencia indica que los volúmenes tabulados a continuación son aceptables para las condiciones indicadas.

**TABLA 2.02.502 (4) A**  
**VOLUMEN MAXIMO EN LA PISTA 1 (VIA EXPRESA) ANTES DE UN EMPALME**

TIPO DE EMPALME	ENTORNO	VOLUMEN MAXIMO
ENTRADA	Urbano	1.500
	Rural (1)	1.200
SALIDA	Urbano	1.600
	Rural (1)	1.300

(1) Los valores para vías rurales pueden ser considerados como máximos deseables en entornos urbanos.

El Manual de Carreteras del MOP provee los procedimientos para estimar los volúmenes de tránsito en la pista 1, para varias combinaciones de diseño y tránsito, que permiten una operación vehicular con un nivel de servicio no inferior al nivel C.

*b) Niveles de Servicios en Ramales.* El nivel de servicio de un ramal es definido de otra manera que el de una vía. Es útil conocer estos criterios para ayudar a la decisión subjetiva que se menciona en la letra anterior del presente acápite. La descripción de los seis niveles es la siguiente:

- Nivel A: El funcionamiento del tramo de vía situado junto al empalme no es perturbado de manera apreciable. El tráfico que entra o sale puede circular a la velocidad deseada y los vehículos que entran desde el ramal no encuentran ninguna dificultad para ajustar su velocidad o la del flujo general e incorporarse a él. En ningún momento la suma de las intensidades en el ramal y en la pista 1 pasa de los 1.000 veh/h con velocidades de unos 100 km/h (este nivel de servicio es inalcanzable, así definido, en vías expresas urbanas, ya que la velocidad de diseño requerida para permitir 100 km/h siempre deberá ser superior al máximo definido en la Sección 2.03 del presente Capítulo).
- Nivel B: Con este nivel de servicio los conductores que circulan por la vía empiezan a constatar la necesidad de modificar ligeramente su velocidad al acercarse al punto de convergencia con el ramal. Sin embargo, cerca de los ramales de salida no necesitan efectuar este pequeño ajuste. El tráfico entrante tiene que prestar atención y modificar su velocidad para poder incorporarse a la corriente de vehículos que circula por la pista 1. La suma de las intensidades en la pista 1 y en ramal de entrada no sobrepasa los 1.200 veh/h y, si se trata de una autopista de 4 pistas, la suma de las intensidades en las pistas 1 y 2 no es superior a 2.000 veh/h, con velocidades próximas a los 90 km/h. Si la intensidad del tráfico que sale de una vía es inferior a 1.300 veh/h su efecto sobre el tráfico de la misma es muy pequeño, siempre que los detalles de la salida del ramal estén correctamente proyectados.

## Características de la Oferta

- Nivel C: Este nivel es el más bajo en que puede asegurarse una circulación fluida. El conductor que se aproxima a un enlace tiene que ajustar su velocidad y, si se trata de una zona rural, estimará que el funcionamiento es inadecuado aunque no le ocurrirá lo mismo si está en una zona urbana o suburbana, ya que en estos últimos casos la pérdida de libertad de movimientos se considera tolerable. Las intensidades del ramal de entrada y de la pista 1 sumadas no sobrepasarán cifras que oscilen entre 1.300 y 1.550 vehículos por hora, según sea el factor de hora punta utilizado, admitiéndose puntas de 5 minutos que no superen intensidades equivalentes a 1.700 veh/h. Si se tratase de una vía con cuatro pistas, la intensidad total en un sentido será como máximo de 2.300 a 2.750 veh/h, dependiendo este límite del factor de hora punta, y la velocidad se aproximará a los 80 km/h. Antes de un ramal de salida, la pista 1 alcanzará como máximo una intensidad equivalente de 1.800 veh/h durante los cinco minutos punta; si la intensidad se mide a lo largo de una hora completa, el máximo será de 1.400 a 1.650 veh/h, según sea el factor de hora punta.

Aunque es deseable, no siempre es recomendable, sobre todo por razones económicas, que el nivel de servicio en la vía sea el mismo lejos de la unión con un ramal que en la zona de influencia de éste. Así, por ejemplo, es admisible que se obtenga un nivel de servicio C unos 500 metros antes o después de la unión de un ramal con una calzada de una vía que tiene un nivel de servicio A ó B.

Nivel D: Con este nivel de servicio la circulación está al borde de la inestabilidad y puede observarse un principio de congestión. Tanto los vehículos que circulan sólo por la vía como los que utilizan los ramales, se ven obligados no solo a ajustar sus velocidades sino también a variar de pista, a pesar de lo cual el tráfico principal discurre a velocidades próximas a los 60 km/h. Sin embargo, puede admitirse que si la intensidad en los ramales de entrada es suficientemente alta, se produzcan en él colas, aunque no de una manera permanente. La suma del tráfico que utiliza un ramal de entrada con el que circula por la pista 1 puede alcanzar como máximo una intensidad equivalente a 1.800 vehículos por hora durante los cinco minutos punta o lo que es lo mismo durante una hora podrán llegar a pasar de 1.400 a 1.650 vehículos, según sea el factor de hora punta. Antes de un ramal de salida, las intensidades máximas de servicio en el carril de la derecha serán de 1.900 veh/h (durante los 5 minutos punta) o estará entre 1.500 y 1.750 veh/h durante una hora completa según sean los factores de hora punta.

- Nivel E: Como en otros casos, éste es el nivel en el que se puede registrar el paso del mayor número de vehículos durante una hora completa. Dado que este número no puede sobrepasar usualmente los 2.000 vehículos por hora en una pista normal, debe tomarse esta misma cifra como tope máximo en la pista 1, ya sea antes de un ramal de salida o después de uno de entrada. Esta intensidad máxima puede sobrepasarse –y de hecho esto ocurre en algunos ramales situados en la zona de influencia de ciudades grandes-, pero sólo durante períodos cortos de tiempo, generalmente menores que una hora. Puede comprenderse que el funcionamiento con este nivel de servicio en las inmediaciones de una unión exige que la pista 1 de la autopista antes de una entrada tenga que estar prestando un servicio superior al nivel E, ya que de lo contrario no sería posible que los vehículos procedentes del ramal se incorporasen al tráfico general de la vía. Esta exigencia se traduce generalmente en que la distribución del tráfico en las pistas de la vía sea muy desigual.

- Nivel F: Cuando aparece la inestabilidad latente que existía en el nivel E, el número de vehículos en la pista 1 resultará siempre inferior a 2.000 vehículos por hora, sin que pueda darse un valor ni siquiera aproximado a este número. Los vehículos avanzarán y se detendrán continuamente, en especial cuando se trate de ramales de incorporación.

### **(5) Capacidad en Tramos de Trenzado.**

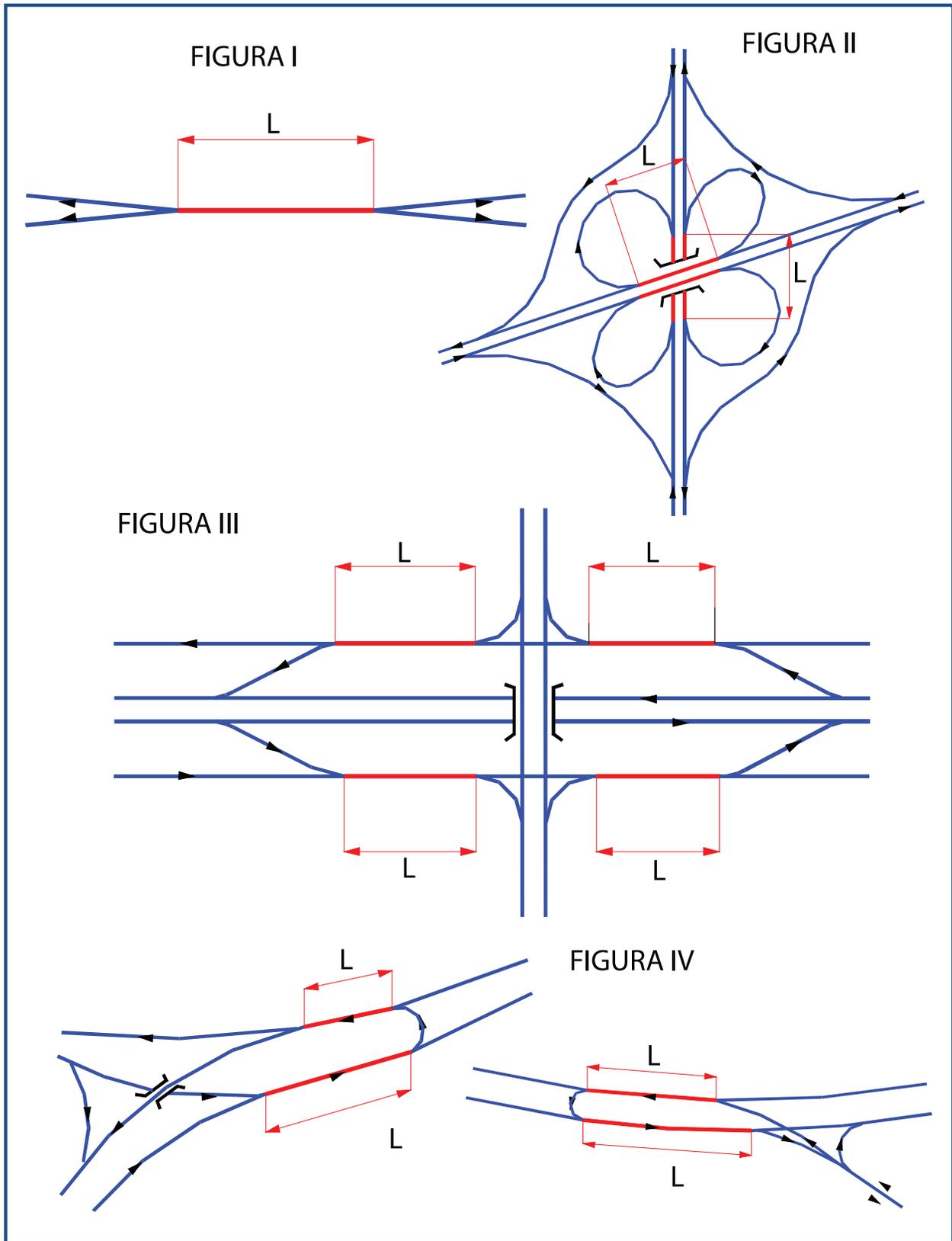
*a) Aspectos Generales.* Los tramos de trenzado son una suerte de intersección, en la cual flujos que circulan en una misma dirección se entrecruzan, en un tramo de calzada común y unidireccional, debido a que dichos volúmenes provienen indistintamente de dos calzadas que han confluído y a que pueden salir, también indistintamente, por cualquiera de las dos ramas en que el tramo en cuestión se bifurca. El cruce así producido tiene la peculiaridad de realizarse en forma continua, sin detención de los vehículos, salvo en el caso de producirse congestión.

Las situaciones que con mayor frecuencia dan origen a tramos de trenzado son las que aparecen en la lámina 2.02.502 (5) A.

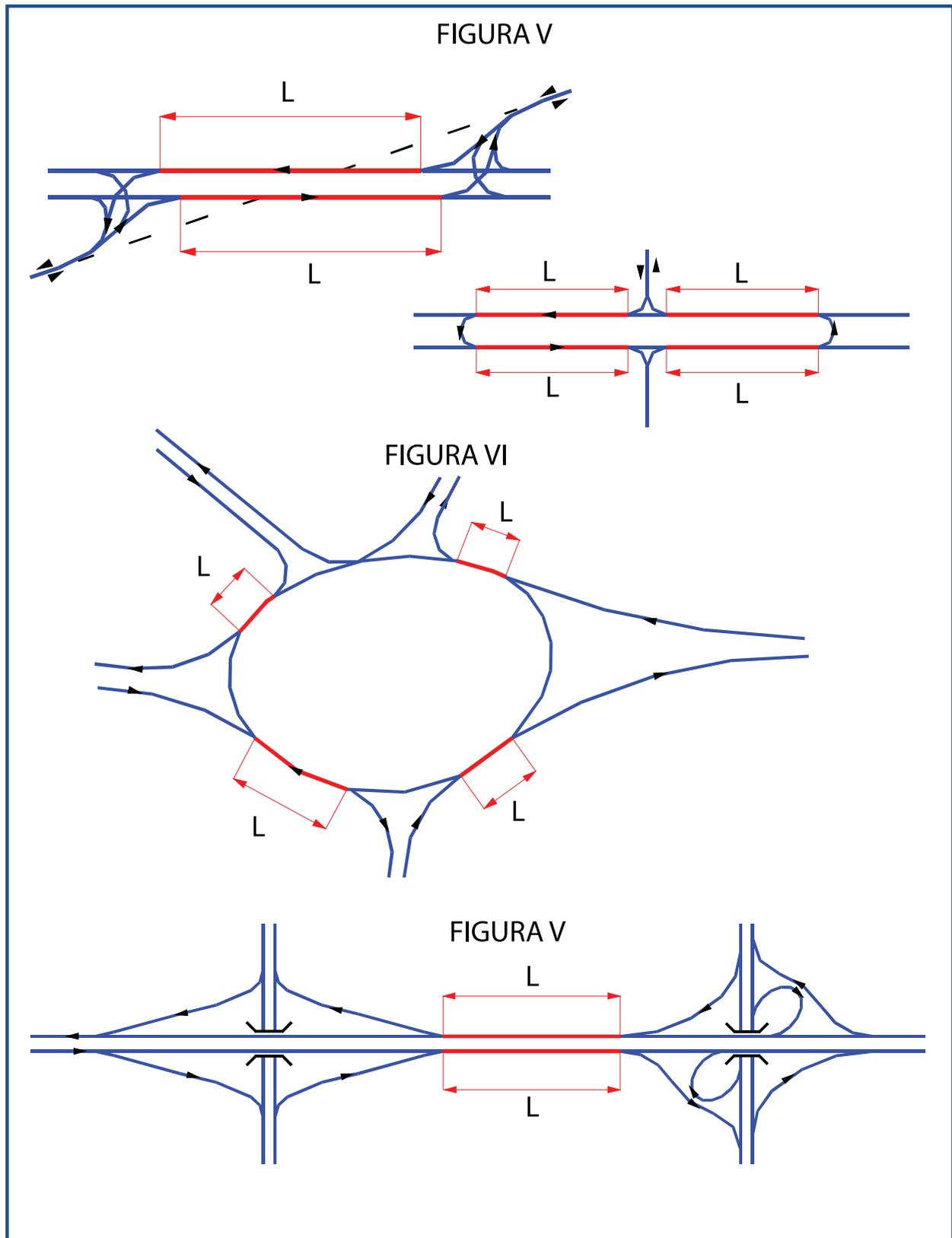
- I. Dos calzadas que se unen y se vuelven a separar
- II. Los enlaces a distinto nivel que presentan ramales de salida posteriores a ramales de entrada, como ocurre típicamente en las configuraciones del tipo trébol.
- III. Los enlaces tipo diamante con calles de servicio, en las cuales se entrecruzan los flujos que llegan de la vía principal y de la lateral, en su paso a ésta y aquella respectivamente.
- IV. Las bifurcaciones y enlaces direccionales.
- V. Las rotondas.
- VI. La sucesión de intersecciones en cruz o X.
- VII. Tramos entre enlaces próximos, muy frecuentes en vías expresas urbanas, con situaciones de trenzado en la calzada principal.

Es posible solucionar estos conflictos construyendo una estructura más, pero por lo general ello no es técnica y/o económicamente factible.

El análisis y dimensionamiento de los tramos de trenzado se puede hacer mediante la metodología descrita por el H.R.B. en el "Highway Capacity Manual", 1965. Un resumen de ella se puede consultar también en el Capítulo Intersecciones, del Manual de Carreteras del MOP.



2.02.502 (5) A 1



2.02.502 (5) A 2

## Características de la Oferta

Ocurre, sin embargo, que la metodología citada se basa en una experiencia referida a vías expresas, con pocas interferencias en el tránsito debidas al uso del suelo colindante. Ello obliga, si se desea aplicar estos procedimientos a las zonas urbanas, a aumentar la longitud del tramo, utilizando por ejemplo las curvas del nivel inmediatamente inferior al que se pretende en el ábaco correspondiente del Manual de Carreteras del MOP.

Por otra parte, las longitudes disponibles en zonas urbanas son muy inferiores a las que son normales en las vías interurbanas y en el ábaco aludido los tramos cortos están peor definidos. Por ello, el H.R.B. entrega una serie de valores para el número de vehículos que pueden realizar la maniobra de entrecruzamiento en una longitud dada, en función de la velocidad media en dicho tramo. Estos valores se presentan a continuación y son aplicables al caso de las rotondas.

**TABLA 2.02.502 (5) A**  
**LONGITUDES DE TRENZADO EN FUNCION DE LA VELOCIDAD Y EL NUMERO DE VEHICULOS QUE REALIZAN LA MANIOBRA**

LONGITUD DEL TRAMO (m)	INTENSIDAD DEL TRANSITO QUE SE ENTCRUZA (veh/h)		
	V = 30 km/h <sup>(1)</sup>	V = 50 km/h	V = 65 km/h
30	1.500	750	350
60	2.000	1.100	600
90	2.200	1.350	750
120	2.500	1.600	900
150	2.700	1.750	1.050
180	2.900	1.900	1.200

(1) Las cifras correspondientes a 30 km/h representan la máxima capacidad, resultando difícil en la práctica superar el 90% de los valores indicados.

Las longitudes de trenzado se miden según lo indicado en la lámina 2.02.502 (5) B figura I.

Los anchos del tramo se calculan según lo indicado en la referencia citada.

El T.R.R.L. (Transport and Road Research Laboratory) británico ha realizado ensayos directos para determinar la capacidad en tramos de trenzado de tipo urbano, correspondientes a intersecciones giratorias, llegando a la siguiente fórmula.

$$C = \frac{355 a (1 + e/a) (1 - p/3)}{1 + a/l}$$

Donde:

C = capacidad (veh/h)

e = anchura media de los accesos al tramo, en m.

a = anchura del tramo de trenzado, en m.

l = longitud del tramo, en m.

p = proporción del tráfico que se entrecruza respecto del total.

La fórmula se ha establecido para valores de  $a$  entre 6 y 18m.,  $e/a$  entre 0,4 y 1,  $a/l$  entre 0,12 y 0,4,  $p$  entre 0,4 y 1 y  $18 \text{ m} \leq l \leq 90 \text{ m}$ .

Posiblemente sea aplicable a parámetros que se encuentran fuera de esos límites, aunque no conviene que la relación  $a/e$  sea mayor que 0,4. Con lluvia se reduce la capacidad en un 10%.

Conviene considerar que la capacidad es el 80% de la que resulta de aplicar la fórmula, ya que a partir de un valor comprendido entre el 80 y el 90% del que resulta de dicha aplicación, la demora por vehículo aumenta considerablemente.

Los valores de "l" se miden según la figura II de la lámina citada .

Véase el caso de las minirotondas en 6.01.404 (2).

*b) Niveles de Servicio en Tramos de Trenzado.* El método del H.R.B. implica determinar la "calidad de la circulación" en estos tramos, la cual se divide en cinco "grados" –del I al V- que corresponden a distintas curvas del ábaco citado (del Manual de Carreteras del MOP). La descripción de estos grados puede ser consultada en la misma referencia.

FIGURA I

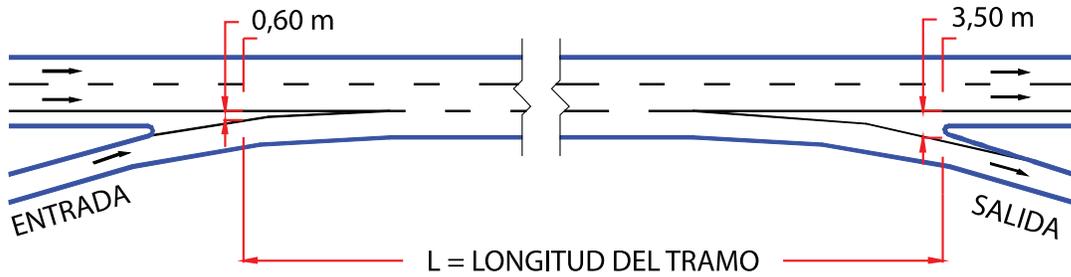
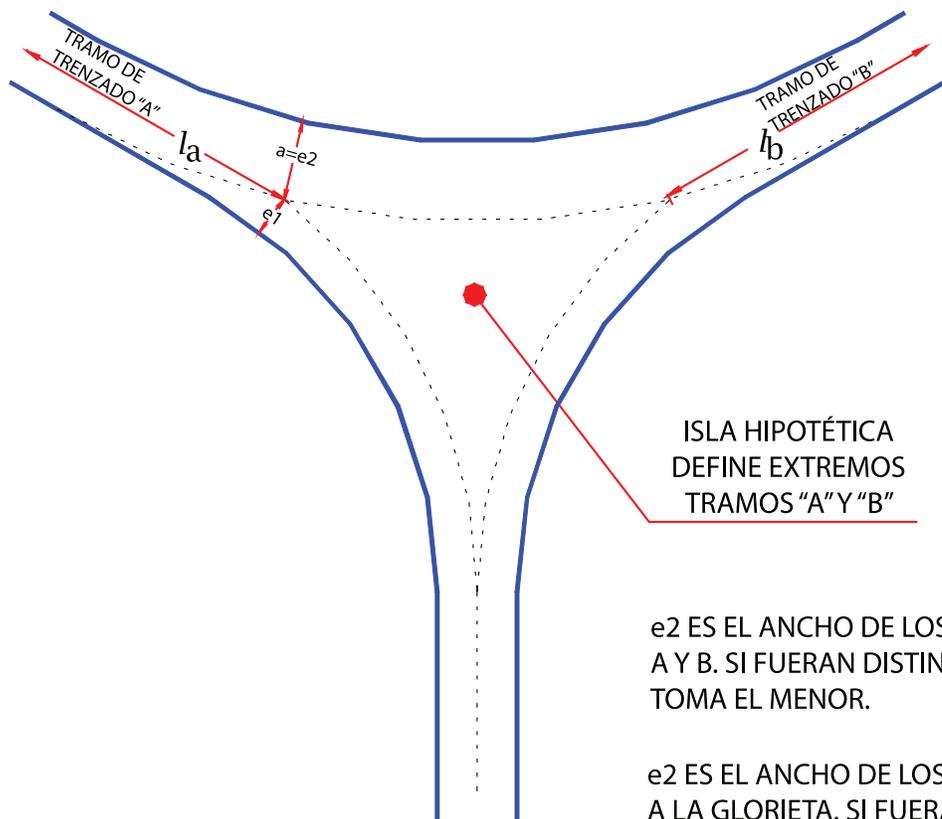


FIGURA II



$e_2$  ES EL ANCHO DE LOS TRAMOS A Y B. SI FUERAN DISTINTOS SE TOMA EL MENOR.

$e_2$  ES EL ANCHO DE LOS ACCESOS A LA GLORIETA. SI FUERAN DISTINTOS SE TOMA EL MENOR.

2.02.502 (5) B

Cabe hacer notar, sin embargo, que sólo los grados III, IV y V son aplicables a vías urbanas y que existe una correspondencia entre ellos y los niveles de servicio de las vías que generan el entrecruzamiento; a saber, III y IV para niveles A y B, indistintamente, según las circunstancias, IV para niveles C y D, y V para nivel E. Se considera insatisfactorio el nivel de servicio F en dichas vías.

**2.02.503 Visibilidad.** Este factor, como se dijo, constituye uno de los dos controles básicos del diseño de los elementos de infraestructura vial urbana, conjuntamente con la velocidad de diseño.

La provisión de una adecuada visibilidad a los conductores de los vehículos motorizados es, dada la importancia decisiva que tiene el uso del sentido de la visión en el funcionamiento de la vialidad, la primera y más importante contribución al principio fundamental que rige el diseño vial urbano, expresado en el párrafo 2.02.201.

El problema de la visibilidad se puede plantear en general, determinan distancias de visibilidad mínima según las variables que intervienen en la dinámica del desplazamiento. Esta distancia es la distancia de visibilidad de parada, que se define en el primer acápite del presente párrafo.

Evidentemente, si una vía es recta y de pendiente uniforme, el problema de la visibilidad se reduce al que pueda existir en las intersecciones, según el tipo de control existente en la misma. Pero si el trazado en planta es curvo y existen obstáculos laterales, o si tiene pendientes variables, los requerimientos de visibilidad afectan las variables geométricas fundamentales del diseño. Estos casos se abordan en los acápites segundo y tercero del presente párrafo.

**(1) Distancia de Visibilidad de Parada.** La visión que un conductor tiene de la vía y de sus vecindades depende de sus características personales (véase 2.02.401 (3) c) y de las características físicas y geométricas de dichas vías y vecindades.

La seguridad en la vía pública, tanto de conductores como de pasajeros y peatones depende en gran parte de la posibilidad que tengan los primeros de detener sus vehículos, en caso de ser ello necesario, frente a la aparición de un obstáculo que pudiera afectar su desplazamiento.

Esta posibilidad depende de la distancia a la cual dicho conductor percibe el obstáculo, de la velocidad a que se desplaza y de la eficacia y oportunidad de su decisión y maniobra consiguientes.

La distancia mínima de visibilidad que debe proveerse a todo conductor en toda circunstancia es aquella que le permite detenerse sin pasar sobre un obstáculo inmóvil de cierta altura (véase párrafo 2.02.402), situado en su trayectoria, suponiendo que su vehículo se desplaza a la velocidad de diseño.

Esta distancia mínima se llama Distancia de Visibilidad de Parada ( $D_p$ ) y se calcula mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V * t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 (r+i)}$$

Donde  $V$  es la velocidad de diseño de la calle, en km/h,  $t_p$  es el tiempo de percepción y reacción en s. (2.02.401 (3)d);  $r$  es el coeficiente de roce rodante en pavimento húmedo, e  $i$  es la pendiente longitudinal, en tanto por uno, considerando el signo positivo para subidas con respecto al sentido de circulación y negativo para bajadas.

## Características de la Oferta

Esta expresión es válida matemáticamente para alineaciones rectas de pendiente uniforme, pero los coeficientes de seguridad implícitos en la determinación de los valores de  $r$ ,  $i$  y  $t_p$  permiten aplicarla en trazados con alineaciones curvas, tanto en planta como en alzado, siendo necesarias, eso sí, algunas comprobaciones que más adelante se detallan.

En la tabla 2.02.503 (1) A se entregan los valores de  $r$  en función de  $V$  y en la tabla 2.02.503 (2) A aparecen los valores de  $D_p$ , tabulados para velocidades entre 10 y 100 km/h, para pendientes de subida (+  $i$ ) y bajada (-  $i$ ) hasta el 12%, considerando  $t_p = 1,5s$  y promediando los valores de  $r$  para velocidades intermedias.

**TABLA 2.02.503 (1) A**  
**VALORES DEL COEFICIENTE DE ROCE RODANTE ( $r$ ) EN PAVIMENTO HUMEDO**

V	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
r	0,50	0,45	0,41	0,38	0,365	0,35	0,34	0,335	0,33	0,32

**(2) Visibilidad en Curvas Horizontales.** La proximidad de un obstáculo lateral a la vía, si ésta presenta una curvatura que “envuelve” a dicho obstáculo, puede generar un problema de visibilidad.

En efecto, este obstáculo puede impedir la visión del conductor de un punto situado a una distancia inferior a la de parada para la velocidad de diseño de la curva y para la pendiente longitudinal existente.

Esto es muy importante en los diseños urbanos, donde frecuentemente aparecen obstáculos que discurren paralelos a calzadas en curva (ej. muros en pasos bajo nivel).

En la tabla 2.02.503 (2) A se entregan, para cada velocidad de diseño y para pendientes entre -12 y +12%, el espacio libre lateral que debe existir entre el borde de la calzada y un obstáculo lateral, si la curva que envuelve a éste tiene el radio de curvatura mínimo que corresponde a dicha velocidad de diseño. Además, se indica el radio mínimo que hay que considerar si se tienen los espacios libres laterales que se indican.

Estas tablas están confeccionadas partiendo de supuestos simplificadorios que entregan resultados del lado de la seguridad. El primero de ellos es considerar que la longitud de la curva es mayor que la distancia de visibilidad de parada correspondiente a la velocidad de diseño en cuestión. El segundo es el que el obstáculo lateral es vertical, lo que hace innecesario corregir dicha distancia lateral según el punto en que la línea de visión entre el conductor y el obstáculo corta a este último, lo cual depende de la particular configuración del perfil longitudinal existente.

Si se deseara afinar los cálculos, en el caso de un obstáculo no vertical, deberá determinarse el citado punto de corte en función del perfil (pendiente uniforme, acuerdo cóncavo o acuerdo convexo) y aplicar la expresión  $b = R [1 - \cos(100 D_p / \pi R)]$ , donde  $D_p$  es la distancia de visibilidad,  $R$  el radio de curvatura y  $b$  es la distancia lateral libre que debe existir en el punto más conflictivo (función cos en grados centesimales). La figura II de la lámina 2.02.503 (2) A muestra la disposición considerada en los cálculos y las simplificaciones geométricas del caso.

Suele resultar más rápido y fácil, en casos aislados de cierta complejidad, recurrir a dibujar la curva de visibilidad alrededor del obstáculo en cuestión, sobre todo para determinar las áreas que han de quedar libres, antes y después del punto o del tramo en que se debe tener la distancia lateral libre correspondiente al valor  $b$ , que es la distancia máxima dentro del huso que resulta de aplicar el método gráfico en cuestión. En la figura I de la lámina 2.02.503 (2) A se grafica el método y se aprecia el huso aludido.

La construcción de la curva de visibilidad consulta las siguientes etapas:

- Se dibuja una paralela al borde interior de la calzada, a 2,0m. hacia el eje de la misma.
- A partir del punto A, hacia atrás, se marca la distancia de visibilidad de parada que corresponda a la velocidad de diseño de la calle. El punto A es el punto en el cual aparece la curva circular o la curva de enlace si la hay.
- Esta distancia medida a partir de A debe ser dividida en tramos iguales de aproximadamente 3m. y los puntos de división resultantes numerados en secuencia, partiendo desde el punto más distante de A.

Se considera que:

- La diferencia de radios de curvatura entre el eje de replanteo (R) y la trayectoria del conductor es despreciable.
- El conductor se desplaza paralelamente al borde interior, a 2 m. de él.

Entonces, para radios pequeños y secciones anchas, conviene recalcular el valor de  $b$ , ajustándose a la expresión:

$$b = (R - x) \left[ 1 - \cos \frac{100Dp}{\pi(R - x)} \right] - 2$$

Donde  $x = A - 2$  y  $A$  es la distancia entre el eje de replanteo y el borde interior de la curva.

- La misma distancia de parada, con el mismo número de divisiones debe repetirse alrededor de la curva hasta completar una distancia de parada completa más allá del punto de tangencia B.
- El área que debe quedar libre de obstáculos debe ser determinada uniendo los puntos divisorios de igual número, entre sí, esto es, 1 con 1, 2 con 2, etc.

**(3) Visibilidad en Curvas Verticales.** A diferencia de lo que ocurre en la determinación de los valores mínimos de los radios de curvatura en planta, en la que no intervienen directamente los criterios de visibilidad, la definición de los parámetros de las curvas verticales se basa en dichos criterios.

Es así como los valores de estos parámetros, a veces para curvas cóncavas y siempre para las convexas, se obtienen de expresiones que dependen de  $Dp$ . A saber:

a) *Curvas Verticales Convexas.* Se considera la visibilidad de parada sobre un obstáculo fijo situado sobre la pista de tránsito y la altura de los ojos del conductor sobre la rasante de esta pista. El parámetro queda dado por:

## Características de la Oferta

$$K_v = \frac{Dp^2}{2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} = \frac{Dp^2}{4,26} \quad (h_1 = 1,15; h_2 = 0,15)$$

b) *Curvas Verticales Cóncavas:* En ciudades, estas curvas deben estar iluminadas, por lo que los parámetros no dependerán de la visibilidad, sino de la condición de no superar una cierta aceleración radial ar (véase párrafo 5.01.303).

$$K_{ci} = \frac{V^2}{3,6 \times 3,6 \times ar} = \frac{V^2}{3,89} \quad (ar = 0,3 \text{ m/s}^2)$$

Si se tratase de caminos sub-urbanos sin iluminación, se debe recurrir a los criterios y valores recomendados en 5.01.303 (2) b), es decir:

$$K_c = \frac{Dp^2}{2(h + Dp \text{ sen } B)} \quad \begin{array}{l} h = \text{Altura de los focos del vehículo} = 0,6 \\ B = \text{Angulo de abertura del haz luminoso con respecto a su eje} = 1^\circ \end{array}$$

$$\text{o sea, } K_c = Dp^2 / (1,2 + 0,035 Dp)$$

Por último, si la vía cruza en paso inferior a otra, los conductores de camiones o buses situados a unos 2,5 m. sobre la rasante pueden tener obstruida su línea de visión por la estructura si el gálibo es parcial. En tales casos, la expresión para el parámetro para el caso más desfavorable ( $2T > Dp$ ), está dada por:

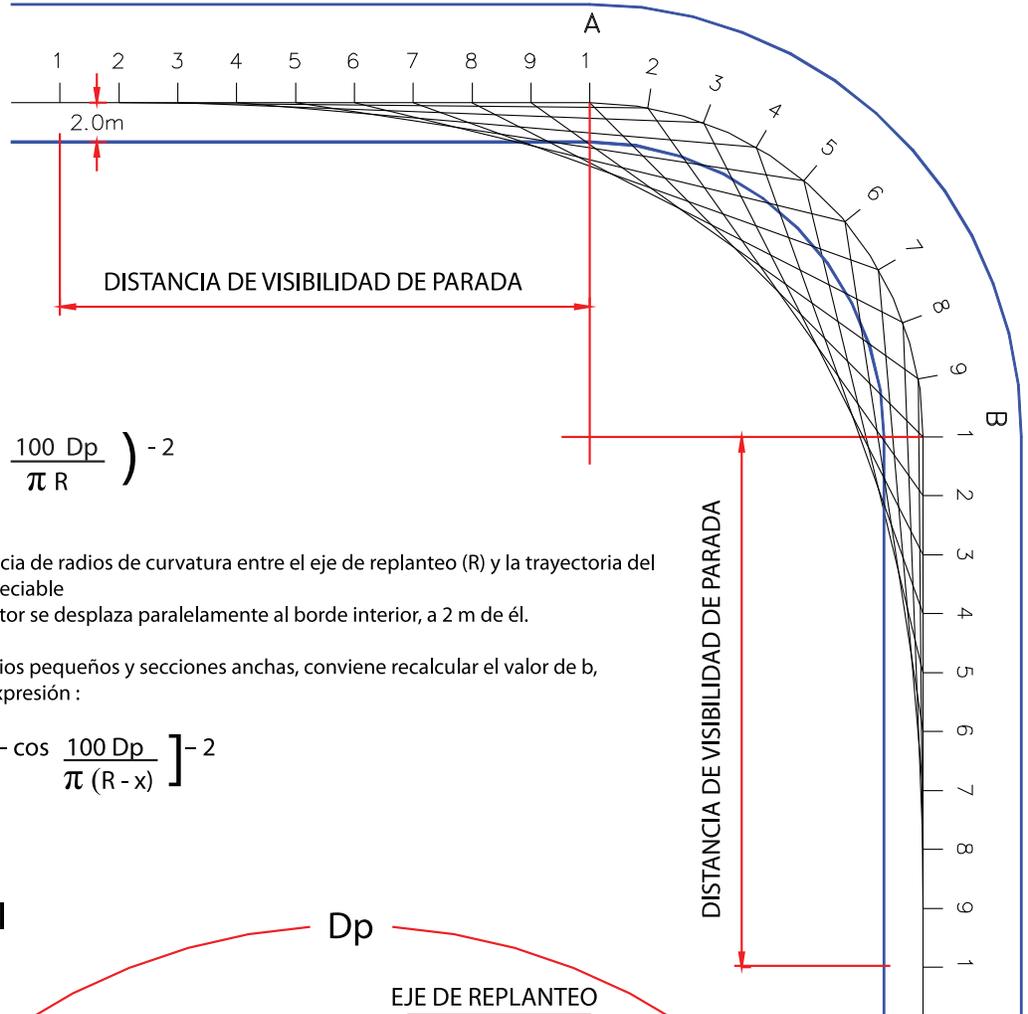
$$K_{ce} = \frac{Dp^2}{8c - 4(h_3 + h_4)} \quad \begin{array}{l} c = \text{Luz libre entre el punto más bajo de la estructura y la} \\ \text{rasante, considerando el vértice de la curva bajo ese punto.} \end{array}$$

$h^3$  = altura de los ojos del conductor del camión o bus: 2,5 m

$h^4$  = altura de luces traseras de un vehículo o nivel interior perceptible de un vehículo en sentido contrario: 0,45 m.

Los valores que resultan para cada caso, así como otras consideraciones con respecto al uso de curvas verticales son material del tópico 5.01.3.

FIGURA I



$$b = R \left( 1 - \cos \frac{100 D_p}{\pi R} \right) - 2$$

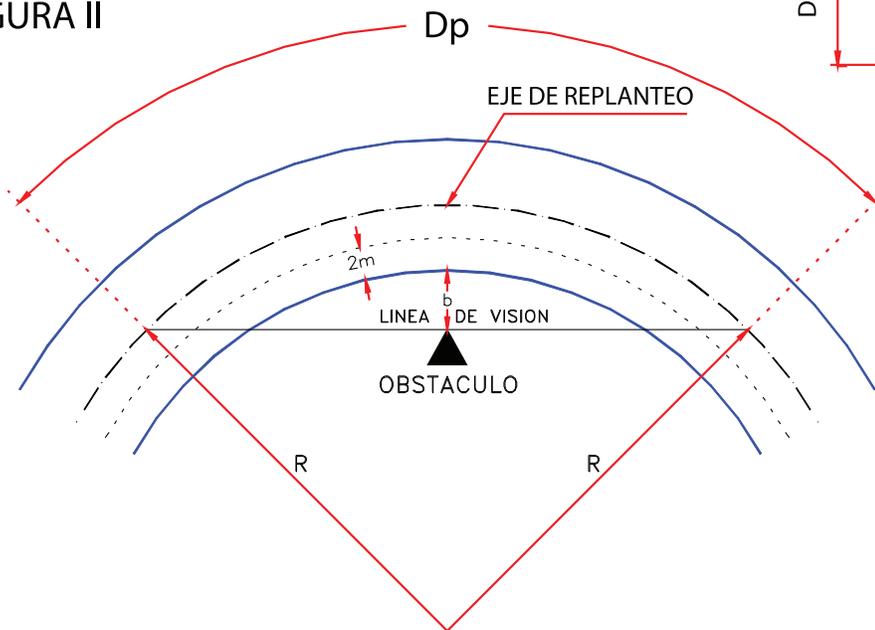
Se considera que:

- La diferencia de radios de curvatura entre el eje de replanteo (R) y la trayectoria del conductor es despreciable
- El conductor se desplaza paralelamente al borde interior, a 2 m de él.

Entonces, para radios pequeños y secciones anchas, conviene recalcular el valor de b, ajustándose a la expresión :

$$b = (R - x) \left[ 1 - \cos \frac{100 D_p}{\pi (R - x)} \right] - 2$$

FIGURA II



2.02.503 (1) A

Características de la Oferta

**TABLA 2.02.503 (2) A**  
**VISIBILIDAD DE LAS CURVAS HORIZONTALES**

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
25	-12	15	18	0.72	18	16	15	*	*	*	*	*	*	*
25	-11	15	18	0.65	18	16	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-10	15	18	0.58	17	16	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-9	15	18	0.52	17	15	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-8	15	17	0.47	17	15	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-7	15	17	0.41	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-6	15	17	0.36	16	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-5	15	17	0.32	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-4	15	17	0.27	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-3	15	17	0.23	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-2	15	16	0.19	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	-1	15	16	0.15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	0	15	16	0.12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	1	15	16	0.09	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	2	15	16	0.05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	3	15	16	0.02	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	4	15	16	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	5	15	16	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	6	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	7	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	8	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	9	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	10	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	11	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	12	15	15	0.00	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	-12	22	25	1.38	34	30	27	25	23	*	*	*	*	*
30	-11	22	24	1.27	32	29	26	24	22	*	*	*	*	*
30	-10	22	24	1.17	31	28	26	23	*	*	*	*	*	*
30	-9	22	24	1.08	30	27	25	23	*	*	*	*	*	*
30	-8	22	23	1.00	30	27	24	22	*	*	*	*	*	*
30	-7	22	23	0.92	29	26	23	*	*	*	*	*	*	*
30	-6	22	23	0.84	28	25	23	*	*	*	*	*	*	*
30	-5	22	22	0.78	27	25	22	*	*	*	*	*	*	*
30	-4	22	22	0.71	27	24	22	*	*	*	*	*	*	*
30	-3	22	22	0.65	26	23	*	*	*	*	*	*	*	*
30	-2	22	22	0.59	26	23	*	*	*	*	*	*	*	*
30	-1	22	21	0.54	25	22	*	*	*	*	*	*	*	*
30	0	22	21	0.49	24	22	*	*	*	*	*	*	*	*
30	1	22	21	0.44	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	2	22	21	0.40	24	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	3	22	21	0.36	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	4	22	20	0.32	23	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	5	22	20	0.28	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	6	22	20	0.24	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	7	22	20	0.21	22	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	8	22	20	0.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	9	22	20	0.14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	10	22	19	0.11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	11	22	19	0.09	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	12	22	19	0.06	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

V = Velocidad de Diseño  
 I = Pendiente Longitudinal  
 Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
 Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
 B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
 b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de R. Si la calzada es amplia, prefíerese considerar dichos valores para el borde interior.

V	I	Rmin	Dp	b	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
35	-12	30	32	2.20	57	51	46	42	39	36	34	32	30	*
35	-11	30	32	2.04	55	49	45	41	38	35	32	30	*	*
35	-10	30	31	1.90	53	47	43	39	36	34	31	*	*	*
35	-9	30	30	1.77	51	46	42	38	35	32	30	*	*	*
35	-8	30	30	1.65	49	44	40	37	34	31	*	*	*	*
35	-7	30	29	1.54	48	43	39	36	33	30	*	*	*	*
35	-6	30	29	1.43	46	42	38	34	32	*	*	*	*	*
35	-5	30	29	1.34	45	40	37	33	31	*	*	*	*	*
35	-4	30	28	1.25	44	39	36	33	30	*	*	*	*	*
35	-3	30	28	1.16	43	38	35	32	*	*	*	*	*	*
35	-2	30	27	1.08	41	37	34	31	*	*	*	*	*	*
35	-1	30	27	1.01	40	36	33	30	*	*	*	*	*	*
35	0	30	27	0.94	40	35	32	*	*	*	*	*	*	*
35	1	30	26	0.89	39	35	31	*	*	*	*	*	*	*
35	2	30	26	0.82	38	34	31	*	*	*	*	*	*	*
35	3	30	26	0.76	37	33	30	*	*	*	*	*	*	*
35	4	30	26	0.70	36	33	*	*	*	*	*	*	*	*
35	5	30	25	0.65	36	32	*	*	*	*	*	*	*	*
35	6	30	25	0.60	35	31	*	*	*	*	*	*	*	*
35	7	30	25	0.56	34	31	*	*	*	*	*	*	*	*
35	8	30	25	0.51	34	30	*	*	*	*	*	*	*	*
35	9	30	25	0.47	33	30	*	*	*	*	*	*	*	*
35	10	30	24	0.43	33	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	11	30	24	0.39	32	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	12	30	24	0.36	31	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40	-12	40	41	3.11	93	83	76	69	64	59	55	52	48	46
40	-11	40	40	2.90	88	80	72	66	61	57	53	49	46	44
40	-10	40	39	2.70	85	76	69	63	58	54	51	47	44	42
40	-9	40	38	2.52	81	73	67	61	56	52	48	45	43	40
40	-8	40	38	2.35	78	71	64	59	54	50	47	44	41	*
40	-7	40	37	2.20	76	68	62	56	52	48	45	42	40	*
40	-6	40	36	2.06	73	66	60	55	50	47	43	41	*	*
40	-5	40	36	1.93	71	64	58	53	49	45	42	*	*	*
40	-4	40	35	1.81	68	62	56	51	47	44	41	*	*	*
40	-3	40	35	1.70	66	60	54	50	46	42	*	*	*	*
40	-2	40	34	1.59	64	58	53	48	44	41	*	*	*	*
40	-1	40	34	1.50	63	56	51	47	43	40	*	*	*	*
40	0	40	33	1.40	61	55	50	46	42	*	*	*	*	*
40	1	40	33	1.32	59	53	48	44	41	*	*	*	*	*
40	2	40	32	1.24	58	52	47	43	40	*	*	*	*	*
40	3	40	32	1.16	57	51	46	42	*	*	*	*	*	*
40	4	40	32	1.09	55	50	45	41	*	*	*	*	*	*
40	5	40	31	1.03	54	49	44	40	*	*	*	*	*	*
40	6	40	31	0.96	53	48	43	*	*	*	*	*	*	*
40	7	40	31	0.80	52	47	42	*	*	*	*	*	*	*
40	8	40	30	0.85	51	46	41	*	*	*	*	*	*	*
40	9	40	30	0.79	50	45	41	*	*	*	*	*	*	*
40	10	40	30	0.74	49	44	40	*	*	*	*	*	*	*
40	11	40	30	0.69	48	43	*	*	*	*	*	*	*	*
40	12	40	29	0.65	47	42	*	*	*	*	*	*	*	*

- V = Velocidad de Diseño  
I = Pendiente Longitudinal  
Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de B. Si la calzada es amplia, prefírase considerar dichos valores para el borde interior.

## Características de la Oferta

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
45	-12	60	50	3.20	140	126	115	105	97	90	84	78	74	70
45	-11	60	49	2.96	134	120	109	100	92	86	80	75	70	66
45	-10	60	48	2.74	128	115	104	96	88	82	76	71	67	63
45	-9	60	47	2.54	122	110	100	91	84	78	73	68	64	61
45	-8	60	46	2.36	117	105	96	88	81	75	70	65	62	*
45	-7	60	45	2.19	113	101	92	84	78	72	67	63	*	*
45	-6	60	44	2.04	108	98	89	81	75	69	65	61	*	*
45	-5	60	43	1.89	105	94	85	78	72	67	62	*	*	*
45	-4	60	43	1.76	101	91	83	76	70	65	60	*	*	*
45	-3	60	42	1.64	98	88	80	73	67	62	*	*	*	*
45	-2	60	41	1.53	95	85	77	71	65	61	*	*	*	*
45	-1	60	41	1.43	92	83	75	69	63	*	*	*	*	*
45	0	60	40	1.33	89	80	73	67	61	*	*	*	*	*
45	1	60	40	1.24	87	78	71	65	60	*	*	*	*	*
45	2	60	39	1.15	84	76	69	63	*	*	*	*	*	*
45	3	60	39	1.07	82	74	67	61	*	*	*	*	*	*
45	4	60	38	1.00	80	72	65	60	*	*	*	*	*	*
45	5	60	38	0.92	78	70	64	*	*	*	*	*	*	*
45	6	60	37	0.86	76	69	62	*	*	*	*	*	*	*
45	7	60	37	0.79	75	67	61	*	*	*	*	*	*	*
45	8	60	36	0.73	73	66	60	*	*	*	*	*	*	*
45	9	60	36	0.68	72	64	*	*	*	*	*	*	*	*
45	10	60	36	0.62	70	63	*	*	*	*	*	*	*	*
45	11	60	35	0.57	69	62	*	*	*	*	*	*	*	*
45	12	60	35	0.53	67	61	*	*	*	*	*	*	*	*
50	-12	80	65	3.75	206	186	169	155	143	132	123	116	109	103
50	-11	80	59	3.46	196	176	160	147	135	126	117	110	103	97
50	-10	80	58	3.19	186	168	152	140	129	119	111	104	98	93
50	-9	80	57	2.96	178	160	145	133	123	114	106	100	94	88
50	-8	80	55	2.74	170	153	139	127	117	109	102	95	89	84
50	-7	80	54	2.55	163	146	133	122	112	104	97	91	86	81
50	-6	80	53	2.37	156	141	128	117	108	100	93	87	82	*
50	-5	80	52	2.20	150	135	123	113	104	96	90	84	*	*
50	-4	80	51	2.05	145	130	118	108	100	93	86	81	*	*
50	-3	80	50	1.91	140	126	114	105	96	89	83	*	*	*
50	-2	80	49	1.78	135	121	110	101	93	86	81	*	*	*
50	-1	80	49	1.66	131	117	107	98	90	84	*	*	*	*
50	0	80	48	1.54	127	114	103	95	87	81	*	*	*	*
50	1	80	47	1.44	123	110	100	92	85	*	*	*	*	*
50	2	80	46	1.34	119	107	97	89	82	*	*	*	*	*
50	3	80	46	1.25	116	104	95	87	80	*	*	*	*	*
50	4	80	45	1.16	113	101	92	84	*	*	*	*	*	*
50	5	80	45	1.08	110	99	90	82	*	*	*	*	*	*
50	6	80	44	1.00	107	96	88	80	*	*	*	*	*	*
50	7	80	43	0.93	105	94	85	*	*	*	*	*	*	*
50	8	80	43	0.87	102	92	83	*	*	*	*	*	*	*
50	9	80	42	0.80	100	90	82	*	*	*	*	*	*	*
50	10	80	42	0.74	98	88	80	*	*	*	*	*	*	*
50	11	80	42	0.68	96	86	*	*	*	*	*	*	*	*
50	12	80	41	0.63	94	84	*	*	*	*	*	*	*	*

- V = Velocidad de Diseño  
 I = Pendiente Longitudinal  
 Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
 Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
 B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
 b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de R. Si la calzada es amplia, prefíerese considerar dichos valores para el borde interior.

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
55	-12	100	73	4.60	296	266	242	222	205	190	177	166	156	148
55	-11	100	71	4.24	280	252	229	210	194	180	168	157	148	139
55	-10	100	69	3.92	265	239	217	199	183	170	159	149	140	132
55	-9	100	67	3.63	252	227	206	189	174	162	151	141	133	126
55	-8	100	66	3.37	240	216	197	180	166	154	144	135	127	120
55	-7	100	64	3.13	230	207	188	172	159	147	137	129	121	114
55	-6	100	63	2.91	220	198	180	165	152	141	131	123	116	109
55	-5	100	62	2.71	211	190	172	158	146	135	126	118	111	105
55	-4	100	60	2.53	202	182	166	152	140	130	121	113	107	101
55	-3	100	59	2.36	195	175	159	146	135	125	117	109	103	*
55	-2	100	58	2.20	188	169	154	141	130	120	112	105	*	*
55	-1	100	57	2.06	181	163	148	136	125	116	108	102	*	*
55	0	100	56	1.93	175	158	143	131	121	112	105	*	*	*
55	1	100	55	1.80	170	153	139	127	117	109	101	*	*	*
55	2	100	54	1.69	164	148	134	123	114	105	*	*	*	*
55	3	100	54	1.58	160	143	130	119	110	102	*	*	*	*
55	4	100	53	1.47	155	139	127	116	107	*	*	*	*	*
55	5	100	52	1.38	151	136	123	113	104	*	*	*	*	*
55	6	100	51	1.29	147	132	120	110	101	*	*	*	*	*
55	7	100	51	1.21	143	128	117	107	*	*	*	*	*	*
55	8	100	50	1.13	139	125	114	104	*	*	*	*	*	*
55	9	100	50	1.05	136	122	111	102	*	*	*	*	*	*
55	10	100	49	0.98	133	119	108	*	*	*	*	*	*	*
55	11	100	48	0.91	130	117	106	*	*	*	*	*	*	*
55	12	100	48	0.85	127	114	104	*	*	*	*	*	*	*
60	-12	120	87	5.73	416	375	341	312	288	267	249	234	220	208
60	-11	120	84	5.28	392	353	321	294	271	252	235	220	207	195
60	-10	120	82	4.88	370	333	303	278	256	238	222	208	196	185
60	-9	120	80	4.53	351	316	287	263	243	225	210	197	185	175
60	-8	120	77	4.20	333	300	272	250	230	214	200	187	176	166
60	-7	120	76	3.91	317	285	259	238	219	204	190	178	167	158
60	-6	120	74	3.64	303	272	248	227	209	194	181	170	160	151
60	-5	120	72	3.40	290	261	237	217	200	186	173	162	153	144
60	-4	120	71	3.17	277	250	227	208	192	178	166	156	146	138
60	-3	120	69	2.97	266	240	218	200	184	171	159	149	140	133
60	-2	120	68	2.78	256	230	209	192	177	164	153	144	135	127
60	-1	120	67	2.60	247	222	202	185	170	158	148	138	130	123
60	0	120	65	2.44	238	214	195	178	164	153	142	133	125	*
60	1	120	64	2.29	230	207	188	172	159	147	137	129	121	*
60	2	120	63	2.15	222	200	182	166	154	143	133	125	*	*
60	3	120	62	2.02	215	194	176	161	149	138	129	121	*	*
60	4	120	61	1.90	209	188	171	156	144	134	125	*	*	*
60	5	120	60	1.78	203	182	166	152	140	130	121	*	*	*
60	6	120	60	1.68	197	177	161	147	136	126	*	*	*	*
60	7	120	59	1.58	191	172	156	143	132	123	*	*	*	*
60	8	120	58	1.48	186	168	152	139	129	*	*	*	*	*
60	9	120	57	1.39	181	163	148	136	125	*	*	*	*	*
60	10	120	56	1.31	177	159	145	132	122	*	*	*	*	*
60	11	120	56	1.23	173	155	141	129	*	*	*	*	*	*
60	12	120	55	1.15	169	152	138	126	*	*	*	*	*	*

V = Velocidad de Diseño  
I = Pendiente Longitudinal  
Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de R. Si la calzada es amplia, prefírase considerar dichos valores para el borde interior.

## Características de la Oferta

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
65	-12	140	101	7.01	566	510	463	425	392	364	339	318	299	283
65	-11	140	98	6.46	532	478	435	399	368	341	319	299	281	265
65	-10	140	95	5.98	501	451	410	375	346	322	300	281	265	250
65	-9	140	92	5.54	473	426	387	355	327	304	283	266	250	236
65	-8	140	90	5.15	448	403	367	336	310	288	268	252	237	223
65	-7	140	88	4.79	426	383	348	319	294	273	255	239	225	212
65	-6	140	85	4.47	405	365	331	304	280	260	243	227	214	202
65	-5	140	83	4.17	387	348	316	290	267	248	232	217	204	193
65	-4	140	82	3.91	370	333	302	277	256	237	221	208	195	184
65	-3	140	80	3.66	354	319	290	265	245	227	212	199	187	177
65	-2	140	78	3.43	340	306	278	255	235	218	204	191	179	169
65	-1	140	77	3.22	327	294	267	245	226	210	196	183	172	163
65	0	140	75	3.03	315	283	257	236	218	202	188	176	166	157
65	1	140	74	2.89	303	273	248	227	210	195	182	170	160	151
65	2	140	73	2.69	293	264	239	219	202	188	175	164	155	146
65	3	140	71	2.53	283	255	232	212	196	182	169	159	149	141
65	4	140	70	2.39	274	247	224	205	189	176	164	154	145	*
65	5	140	69	2.25	266	239	217	199	184	170	159	149	140	*
65	6	140	68	2.13	258	232	211	193	178	165	154	144	*	*
65	7	140	67	2.01	250	225	205	187	173	161	150	140	*	*
65	8	140	66	1.90	243	219	199	182	168	156	146	*	*	*
65	9	140	65	1.79	237	213	193	177	164	152	142	*	*	*
65	10	140	64	1.69	230	207	188	173	159	148	*	*	*	*
65	11	140	64	1.60	225	202	184	168	155	144	*	*	*	*
65	12	140	63	1.51	219	197	179	164	151	141	*	*	*	*
70	-12	170	117	7.94	758	682	620	568	525	487	455	426	401	379
70	-11	170	113	7.31	710	638	580	532	491	456	425	399	375	354
70	-10	170	110	6.75	666	600	545	499	461	428	399	374	352	333
70	-9	170	106	6.25	628	565	513	471	434	403	376	353	332	313
70	-8	170	103	5.80	593	534	485	445	410	381	355	333	313	296
70	-7	170	101	5.39	562	506	460	421	389	361	337	316	297	280
70	-6	170	98	5.02	534	480	437	400	369	343	320	300	282	266
70	-5	170	96	4.69	508	457	416	381	352	326	305	285	269	254
70	-4	170	93	4.38	485	436	397	364	335	311	291	272	256	242
70	-3	170	91	4.11	464	417	379	348	321	298	278	260	245	231
70	-2	170	89	3.85	444	400	363	333	307	285	266	249	235	221
70	-1	170	88	3.61	426	383	349	319	295	274	255	239	225	213
70	0	170	86	3.40	410	369	335	307	283	263	245	230	216	204
70	1	170	84	3.20	394	355	322	295	273	253	236	221	208	197
70	2	170	83	3.01	380	342	311	285	263	244	228	213	201	189
70	3	170	81	2.84	367	330	300	275	254	235	220	206	194	183
70	4	170	80	2.68	355	319	290	266	245	228	212	199	187	177
70	5	170	79	2.53	343	309	281	257	237	220	205	193	181	171
70	6	170	77	2.39	332	299	272	249	230	213	199	187	175	*
70	7	170	76	2.25	322	290	264	242	223	207	193	181	170	*
70	8	170	75	2.13	313	282	256	234	216	201	187	176	*	*
70	9	170	74	2.01	304	274	249	228	210	195	182	171	*	*
70	10	170	73	1.90	296	266	242	222	204	190	177	*	*	*
70	11	170	72	1.80	288	259	235	216	199	185	172	*	*	*
70	12	170	71	1.70	280	252	229	210	194	180	*	*	*	*

**V** = Velocidad de Diseño  
**I** = Pendiente Longitudinal  
**Rmin** = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
**Dp** = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
**B** = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
**b'** =  $n \times 0,25$  ( $n = 1, 2, \dots, 10$ ). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias  $b'$  del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de  $\underline{R}$ . Si la calzada es amplia, prefíerese considerar dichos valores para el borde interior.

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
75	-12	210	133	8.45	983	885	804	737	680	632	590	553	520	491
75	-11	210	129	7.77	918	826	751	688	635	590	551	516	486	459
75	-10	210	124	7.16	861	757	704	645	596	553	516	484	455	430
75	-9	210	121	6.62	809	728	662	607	560	520	485	455	428	404
75	-8	210	117	6.13	763	687	624	572	528	490	458	429	404	381
75	-7	210	114	5.69	722	650	591	541	500	464	433	406	382	360
75	-6	210	111	5.30	685	616	560	513	474	440	410	385	362	342
75	-5	210	108	4.94	651	586	532	488	450	418	390	366	344	325
75	-4	210	106	4.61	620	558	507	465	429	398	372	348	328	309
75	-3	210	103	4.32	592	533	484	444	410	380	355	333	313	295
75	-2	210	101	4.04	566	510	463	425	392	364	339	318	299	283
75	-1	210	99	3.79	543	488	444	407	375	349	325	305	287	271
75	0	210	98	3.56	521	469	426	390	360	335	312	293	275	260
75	1	210	95	3.35	501	451	410	375	346	322	300	281	265	250
75	2	210	93	3.15	482	434	394	361	333	310	289	271	255	240
75	3	210	92	2.96	465	418	380	348	322	298	278	261	246	232
75	4	210	90	2.79	449	404	367	336	310	288	269	252	237	224
75	5	210	88	2.63	434	390	355	325	300	278	260	244	229	216
75	6	210	87	2.49	420	378	343	315	290	269	251	236	222	*
75	7	210	86	2.35	407	366	333	305	281	261	244	228	215	*
75	8	210	84	2.22	394	355	323	296	273	253	236	221	*	*
75	9	210	83	2.09	383	344	313	287	265	246	229	215	*	*
75	10	210	82	1.94	372	335	304	279	257	239	223	*	*	*
75	11	210	81	1.87	362	325	296	271	250	232	217	*	*	*
75	12	210	80	1.77	352	317	288	264	243	226	211	*	*	*
80	-12	240	151	9.70	1258	1132	1029	944	871	809	755	707	666	629
80	-11	240	145	8.92	1173	1055	959	879	812	754	703	659	620	586
80	-10	240	141	8.22	1097	987	897	823	759	705	658	617	580	548
80	-9	240	136	7.59	1030	927	842	772	713	662	617	579	545	514
80	-8	240	132	7.04	970	873	793	727	671	623	581	545	513	484
80	-7	240	128	6.54	916	824	749	687	634	586	549	515	484	457
80	-6	240	125	6.09	867	780	709	650	600	557	520	487	458	433
80	-5	240	122	5.68	823	741	673	617	569	529	493	462	435	411
80	-4	240	119	5.31	783	705	640	587	542	503	469	440	414	391
80	-3	240	116	4.97	746	672	611	560	516	480	447	419	395	373
80	-2	240	113	4.66	713	647	583	535	493	458	427	401	377	356
80	-1	240	111	4.37	682	614	558	512	472	438	409	383	361	341
80	0	240	109	4.11	654	589	535	490	453	420	392	368	346	327
80	1	240	106	3.87	628	565	514	471	435	403	376	353	332	313
80	2	240	104	3.64	604	544	494	453	418	388	362	339	319	301
80	3	240	102	3.44	592	524	476	436	402	374	349	327	307	290
80	4	240	101	3.24	561	505	459	421	388	360	336	315	296	280
80	5	240	99	3.06	542	487	443	406	375	348	325	304	286	270
80	6	240	97	2.90	524	471	428	393	362	336	314	294	277	261
80	7	240	96	2.74	507	456	414	380	351	325	304	285	268	253
80	8	240	94	2.59	491	442	402	368	340	315	294	276	259	245
80	9	240	93	2.45	476	428	389	357	329	306	285	267	252	*
80	10	240	91	2.32	462	416	378	346	320	297	277	260	244	*
80	11	240	90	2.20	449	404	367	337	311	288	269	252	*	*
80	12	240	89	2.09	437	393	357	327	302	280	262	245	*	*

V = Velocidad de Diseño  
I = Pendiente Longitudinal  
Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de B. Si la calzada es amplia, prefíerese considerar dichos valores para el borde interior.

## Características de la Oferta

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
85	-12	290	169	10.26	1591	1432	1302	1193	1101	1023	954	895	842	795
85	-11	290	163	9.41	1480	1332	1211	1110	1025	951	888	832	783	740
85	-10	290	158	8.66	1382	1244	1131	1036	957	888	829	777	731	691
85	-9	290	153	7.99	1295	1166	1060	971	896	832	777	728	685	647
85	-8	290	148	7.40	1218	1098	996	913	843	782	730	684	644	608
85	-7	290	144	6.86	1148	1033	939	861	794	738	688	645	607	573
85	-6	290	140	6.38	1085	977	888	814	751	697	651	610	574	542
85	-5	290	136	5.95	1029	926	842	771	712	661	617	578	544	514
85	-4	290	133	5.55	977	880	800	733	676	628	586	549	517	488
85	-3	290	129	5.19	931	837	761	698	644	598	558	523	492	465
85	-2	290	126	4.86	888	799	726	666	614	570	532	499	469	443
85	-1	290	124	4.56	849	764	694	636	587	545	509	477	449	424
85	0	290	121	4.28	813	731	665	609	562	522	487	457	430	406
85	1	290	118	4.03	779	701	637	584	539	501	467	438	412	389
85	2	290	116	3.79	749	674	612	561	518	481	449	421	396	374
85	3	290	114	3.57	720	648	589	540	498	463	432	405	381	359
85	4	290	112	3.37	694	624	567	520	480	446	416	390	367	346
85	5	290	110	3.18	669	602	547	502	463	430	401	376	354	334
85	6	290	108	3.00	646	582	529	484	447	415	387	363	342	323
85	7	290	106	2.84	625	562	511	468	432	401	374	351	330	312
85	8	290	104	2.68	605	544	495	453	418	388	362	340	320	302
85	9	290	103	2.54	586	527	479	439	405	376	351	329	310	292
85	10	290	101	2.40	568	511	465	426	393	365	341	319	300	*
85	11	290	100	2.27	552	497	451	414	382	354	331	310	292	*
85	12	290	98	2.15	536	482	439	402	371	344	321	301	*	*
90	-12	330	189	11.49	1992	1792	1629	1493	1378	1280	1194	1120	1054	995
90	-11	330	182	10.53	1849	1664	1513	1386	1280	1188	1109	1040	978	924
90	-10	330	176	9.68	1723	1551	1410	1292	1193	1108	1034	969	912	861
90	-9	330	170	8.93	1612	1451	1319	1209	1116	1036	967	906	853	805
90	-8	330	165	8.27	1513	1362	1238	1135	1047	972	907	851	801	756
90	-7	330	160	7.67	1425	1282	1165	1068	986	915	854	801	754	712
90	-6	330	156	7.13	1345	1210	1100	1008	931	864	806	756	711	672
90	-5	330	151	6.64	1273	1146	1041	954	881	818	763	716	673	636
90	-4	330	147	6.20	1208	1087	988	906	836	776	724	679	639	603
90	-3	330	144	5.80	1148	1033	939	861	795	738	689	645	607	574
90	-2	330	140	5.44	1094	985	895	820	757	703	656	615	579	547
90	-1	330	137	5.10	1045	940	855	783	723	671	626	587	553	522
90	0	330	134	4.79	999	899	817	749	691	642	599	562	528	499
90	1	330	131	4.51	957	861	783	718	662	615	574	538	506	478
90	2	330	129	4.25	919	827	751	689	636	590	551	516	496	459
90	3	330	126	4.00	883	794	722	662	611	567	529	496	467	441
90	4	330	124	3.78	850	765	695	637	588	546	509	477	449	424
90	5	330	121	3.57	819	737	670	614	566	526	491	460	433	409
90	6	330	119	3.37	790	711	646	592	547	507	474	444	418	394
90	7	330	117	3.19	763	687	624	572	528	490	457	429	403	381
90	8	330	115	3.02	738	664	604	553	511	474	442	415	390	368
90	9	330	113	2.86	714	643	584	536	494	459	428	401	378	357
90	10	330	112	2.71	692	623	566	519	479	445	415	389	366	346
90	11	330	110	2.57	672	604	549	503	465	431	403	377	355	335
90	12	330	108	2.44	652	587	533	489	451	419	391	366	345	*

- V = Velocidad de Diseño  
 I = Pendiente Longitudinal  
 Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
 Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
 B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
 b' =  $n \times 0,25$  ( $n = 1, 2, \dots, 10$ ). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de R. Si la calzada es amplia, prefíerese considerar dichos valores para el borde interior.

V (km/h)	I (%)	Rmin (m)	Dp (m)	b (m)	RADIO MINIMO EN m. PARA b' (m) =									
					0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50
95	-12	360	213	13.63	2518	2266	2060	1888	1743	1618	1510	1416	1332	1258
95	-11	360	205	12.47	2331	2098	1907	1748	1613	1498	1398	1311	1233	1165
95	-10	360	198	11.46	2167	1950	1773	1625	1500	1392	1299	1218	1146	1083
95	-9	360	191	10.56	2022	1819	1654	1516	1399	1299	1213	1137	1070	1010
95	-8	360	185	9.77	1893	1704	1549	1419	1310	1217	1135	1064	1002	946
95	-7	360	179	9.06	1778	1600	1455	1333	1231	1143	1066	1000	941	888
95	-6	360	174	8.42	1675	1508	1370	1256	1159	1076	1005	942	886	837
95	-5	360	169	7.85	1582	1424	1294	1187	1095	1017	949	890	837	791
95	-4	360	164	7.33	1498	1349	1226	1124	1037	963	899	842	793	749
95	-3	360	160	6.86	1422	1280	1164	1067	984	914	853	800	752	711
95	-2	360	156	6.43	1353	1218	1107	1014	936	869	811	761	716	676
95	-1	360	152	6.03	1290	1161	1055	967	892	829	773	725	682	644
95	0	360	149	5.67	1232	1108	1007	923	852	791	738	692	651	615
95	1	360	146	5.34	1178	1060	964	883	815	757	706	662	623	588
95	2	360	143	5.03	1129	1016	923	846	781	725	677	634	597	564
95	3	360	140	4.75	1083	975	886	812	750	696	650	609	573	541
95	4	360	137	4.49	1041	937	852	781	721	669	624	585	551	520
95	5	360	134	4.25	1002	902	820	751	693	644	601	563	530	500
95	6	360	132	4.02	966	869	790	724	668	620	579	543	511	482
95	7	360	130	3.81	932	839	762	699	645	599	559	524	493	465
95	8	360	127	3.61	900	810	736	675	623	578	540	506	476	449
95	9	360	125	3.43	870	783	712	653	602	559	522	489	460	435
95	10	360	123	3.26	843	758	689	632	583	541	505	474	446	421
95	11	360	121	3.09	817	735	668	612	565	525	490	459	432	408
95	12	360	119	2.94	792	713	648	594	548	509	475	445	419	395
100	-12	400	239	15.65	3160	2844	2585	2370	2187	2031	1896	1777	1672	1579
100	-11	400	229	14.30	2917	2625	2386	2167	2019	1875	1749	1640	1543	1458
100	-10	400	221	13.11	2704	2433	2212	2027	1871	1738	1622	1520	1431	1351
100	-9	400	213	12.07	2516	2265	2059	1887	1742	1617	1509	1415	1332	1257
100	-8	400	206	11.15	2350	2115	1923	1763	1627	1511	1410	1322	1244	1175
100	-7	400	199	10.33	2203	1983	1802	1652	1525	1416	1321	1239	1166	1101
100	-6	400	193	9.59	2071	1864	1694	1553	1433	1331	1242	1164	1096	1035
100	-5	400	187	8.93	1952	1757	1597	1464	1351	1255	1171	1098	1033	976
100	-4	400	182	8.34	1845	1661	1510	1384	1277	1186	1107	1037	976	922
100	-3	400	177	7.80	1748	1574	1430	1311	1210	1124	1049	983	925	874
100	-2	400	173	7.31	1660	1494	1358	1245	1149	1067	996	933	878	830
100	-1	400	169	6.86	1580	1422	1293	1185	1094	1015	948	888	836	789
100	0	400	165	6.45	1507	1356	1232	1130	1043	968	903	847	797	753
100	1	400	161	6.07	1439	1295	1177	1079	996	925	863	809	761	719
100	2	400	157	5.72	1377	1239	1126	1033	953	885	826	774	728	689
100	3	400	154	5.40	1320	1188	1080	990	913	848	791	742	698	659
100	4	400	151	5.11	1267	1140	1036	950	877	814	760	712	670	633
100	5	400	148	4.83	1218	1096	996	913	843	782	730	684	644	608
100	6	400	145	4.58	1172	1055	959	879	811	753	703	659	620	585
100	7	400	143	4.34	1130	1017	924	847	782	726	677	635	597	564
100	8	400	140	4.12	1090	981	892	817	754	700	654	613	576	544
100	9	400	138	3.91	1053	947	861	789	729	676	631	592	557	526
100	10	400	135	3.72	1018	916	833	763	705	654	610	572	538	508
100	11	400	133	3.53	986	887	806	739	682	633	591	554	521	492
100	12	400	131	3.36	955	859	781	716	661	614	573	537	505	477

V = Velocidad de Diseño  
I = Pendiente Longitudinal  
Rmin = Radio Mínimo para la velocidad correspondiente  
Dp = Distancia de visibilidad de Parada para V e i  
B = Distancia mínima desde el borde interior de la calzada que debe quedar despejada para V e i  
b' = n x 0,25 (n = 1, 2, ... 10). Cuando un obstáculo se encuentra a estas distancias b' del borde interior de la calzada, suele ser preciso ampliar el radio de curvatura para tener la visibilidad adecuada. La tabla entrega esos valores nuevos de B. Si la calzada es amplia, prefírase considerar dichos valores para el borde interior.

## Esquema General de la Clasificación

### 2.02.6 FACTORES ECONOMICOS

Este aspecto es fundamental en el proceso de diseño, no sólo porque las concomitancias económicas de un proyecto determinan en última instancia su factibilidad, sino porque dichos factores, a grandes rasgos costos y beneficios, son viables de ser tratados matemáticamente, con metodologías que constituyen la mejor forma conocida de evaluar en forma racional las alternativas de dicho proyecto. Esta materia es tratada en profundidad en el Manual de Diseño y Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana desarrollado por el Ministerio de Planificación y Coordinación, mas conocido como MESPIVU de 1988.

## SECCIÓN 2.03 CLASIFICACION DE LAS VIAS URBANAS

### 2.03.1 ESQUEMA GENERAL DE LA CLASIFICACION

De acuerdo a la multiplicidad de factores detallados en Secciones anteriores, se puede asegurar que todas las vías de una ciudad son distintas. Por lo tanto, el diseño de una calle será siempre único, si el proyectista intenta considerar cada uno de dichos factores. Lo mismo puede decirse respecto a un rediseño.

Sin embargo, precisamente porque esta individualidad es difícil de precisar, conviene utilizar una clasificación; más que nada - desde el punto de vista del diseño – para ayudar a aclarar la forma en que interactúan los factores citados en una primera aproximación al problema.

Inevitablemente, ejecutar cualquier jerarquización supone ponderar de alguna manera los aspectos involucrados y proponer por lo tanto una particular visión o matiz de lo que debe ser un diseño.

Esta tarea se ha asumido, con la convicción que la clasificación que se proponga deberá ofrecer un orden útil y, a la vez, es suficientemente flexible como para ser aplicada sin gran menoscabo de las mencionadas peculiaridades, que pueden ser consideradas e integradas al diseño en una etapa más avanzada del mismo.

La clasificación en cuestión tiene que tomar en cuenta algunas características de la demanda consideradas como fundamentales y de la forma como dicha demanda se relaciona con las actividades propias de la vía a lo largo de su trazado.

De cualquier modo, esta clasificación no se espera que sea siempre capaz de reflejar adecuadamente la realidad actual de la vialidad de una ciudad, la que puede ser antigua o proyectada con criterios distintos . Esto quiere decir que es probable que alguna vía concreta tenga características tan particulares que no sea posible asignarle una categoría con facilidad, por cumplir sólo algunos de los principales atributos y en varias categorías.

Lo que sí puede hacerse, en cambio, es aceptar que una calle debería formar parte de una red que atienda especialmente un tipo de demanda en concordancia con una planificación del transporte urbano y con las posibilidades materiales de que así sea. En tal caso, se deberá hacer previsión para que en el futuro dicha vía vaya adquiriendo la fisonomía que corresponde a la categoría asignada.

Diferente es la situación de las vías previstas, actualmente inexistentes, las cuales deben ser proyectadas con las características correspondientes a la categoría en que se encuentra clasificada en el respectivo Plan Regulador.

En términos generales y por razones netamente prácticas se ha decidido utilizar la clasificación de vías urbanas que define la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, puesto que además de cumplir con los principios básicos de cualquier clasificación por la que se pudiera haber optado, es la que obligatoriamente debe utilizarse en la confección de los Instrumentos de Planificación Territorial y por ende a través de la cual se efectúa las interpretaciones o exigencias reglamentarias.

### **2.03.2 DETALLE DE CATEGORÍAS VEHICULARES**

Atendiendo a su función principal, sus condiciones fundamentales y estándares de diseño, las vías urbanas de uso público intercomunales y comunales destinadas a la circulación vehicular, se clasifican en expresa, troncal, colectora, de servicio y local, en concordancia con las disposiciones establecidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y los criterios a considerar para su definición son los siguientes:

## Detalle de Categorías Vehiculares

1. **Vía expresa:**
  - a) Su rol principal es establecer las relaciones intercomunales entre las diferentes áreas urbanas a nivel regional.
  - b) Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 8 km. Velocidad de Diseño entre 80 y 100 km/h.
  - c) Tiene muy alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, en ambos sentidos.
  - d) Flujo predominante de automóviles, con presencia de locomoción colectiva y vehículos de carga. Prohibición de circulación para vehículos de tracción animal y humana.
  - e) Sus cruces con otras vías o con circulaciones peatonales preferentemente deberán ser a distintos niveles.
  - f) Sus cruces con otras vías deben estar a distancias no menores de 1.000 m, debiendo contar a lo menos con enlace controlado. Paradas de buses sólo en lugares especialmente diseñados y habilitados.
  - g) Segregación funcional, en general, completa respecto de las actividades del entorno. Servicios anexos prohibidos sin accesos especiales.
  - h) Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo, sobre la calzada de circulación.
  - i) La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 50 m.
  - j) El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas no debe, en conjunto, ser inferior a 21 m.
  - k) Debe estar conformada por un sólo cauce, bidireccional, debidamente canalizado y dispondrá de una mediana de ancho mínimo de 2 m , pudiendo contar además con caleteras.
  - l) En general deben consultar caleteras . De no ser así , se podrá prescindir de ellas solo en casos muy justificados. Estarán provistas de aceras en su lado exterior, de un ancho mínimo de 4 m.
  - m) No se contempla en ellas la existencia de ciclovías , pero pueden existir en las vías locales.

### 2. Vía troncal:

- a) Su rol principal es establecer la conexión entre las diferentes zonas urbanas de una intercomuna.
- b) Sus calzadas permiten desplazamientos a grandes distancias, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 6 km. Velocidad de Diseño entre 50 y 80 km/h.
- c) Tiene alta capacidad de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos.
- d) Flujo predominantemente de locomoción colectiva y automóviles , con prohibición para vehículos de tracción animal y humana.
- e) Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas, las cuales siempre son preferenciales. Sus cruces a nivel con otras vías troncales deben ser controlados. El cruce de peatones podrá ser a desnivel, en caso contrario, deberá estar restringido a los cruces semaforizados y prohibido en todo otro lugar de la vía.
- f) Los cruces, paraderos de locomoción colectiva, servicios anexos y otros elementos singulares, deben estar distanciados entre sí a una distancia tal que no ocasione un perjuicio notorio sobre el patrón de circulación de esta tipología de vías.
- g) Presenta una segregación funcional parcial con su entorno. Servicios anexos sólo con accesos normalizados.
- h) Prohibición absoluta y permanente del estacionamiento y la detención de cualquier tipo de vehículo en su calzada.
- i) La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 30 m.
- j) El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto, no debe ser inferior a 14 m.
- k) Puede estar conformada por un sólo cauce, bidireccional, con o sin mediana, o bien, puede constituirse un Sistema Troncal conformado por un par de vías con distinto sentido de tránsito, en que cada una de ellas cumpla los siguientes requisitos mínimos:
  - Distancia entre líneas oficiales no inferior a 20 m.
  - Ancho de calzada pavimentada no inferior a 7 m.
- l) Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 3,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.
- m) En el caso de existir ciclovías, ellas pueden ser ciclopistas o ciclobandas, las cuales podrán ser materializadas en aceras.

## Detalle de Categorías Vehiculares

**3. Vía colectora:**

- a) Su rol principal es de corredor de distribución entre la residencia y los centros de empleo y de servicios, y de repartición y/o captación hacia o desde la trama vial de nivel inferior.
- b) Sus calzadas atienden desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 3 km. Velocidad de Diseño entre 40 y 50 km/h.
- c) Tiene capacidad media-alta de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando ambos sentidos.
- d) Flujo predominante de automóviles. Restricciones para vehículos de tracción animal.
- e) Sus cruces con otras vías o circulaciones peatonales pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sobre las demás, salvo que se trate de cruces con vías expresas o troncales, los cuales deben ser controlados.
- f) No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías.
- g) Ausencia de todo tipo de segregación con el entorno. Servicios anexos sólo con accesos normalizados.
- h) Puede prohibirse el estacionamiento de cualquier tipo de vehículos en ella.
- i) La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 20 m.
- j) El ancho mínimo de sus calzadas pavimentadas, en conjunto no debe ser inferior a 14 m.
- k) Puede estar conformada por un sólo cauce, bidireccional, con o sin mediana, o bien, puede constituirse un sistema colector conformado por un par de vías con distinto sentido de tránsito, en que cada una de ellas cumpla los siguientes requisitos mínimos:
  - Distancia entre líneas oficiales no inferior a 15 m.
  - Ancho de calzada pavimentada no inferior a 7 m.
- l) Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 3 m de ancho mínimo.
- m) Puede o no existir ciclovías.

### 4. Vía de servicio:

- a) Vía central de centros o subcentros urbanos que tienen como rol permitir la accesibilidad a los servicios y al comercio emplazados en sus márgenes.
- b) Su calzada atiende desplazamientos a distancia media, con una recomendable continuidad funcional en una distancia mayor de 1 km. Velocidad de Diseño entre 30 y 40 km/h.
- c) Tiene capacidad media de desplazamiento de flujos vehiculares, considerando toda su calzada.
- d) Flujo predominante de locomoción colectiva. Restricción para vehículos de tracción animal.
- e) Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a las vías locales y pasajes, los cuales podrán ser controlados.
- f) No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías. La separación entre paraderos de locomoción colectiva preferentemente será mayor de 300 m.
- g) Ausencia de todo tipo de segregación con el entorno.
- h) Permite estacionamiento de vehículos, para lo cuál deberá contar con banda especial, la que tendrá un ancho consistente con la disposición de los vehículos que se adopte.
- i) La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 15 m.
- j) El ancho mínimo de su calzada pavimentada no debe ser inferior a 7 m , tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito.
- k) Debe estar conformada por un sólo cauce.
- l) Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 2,5 m de ancho mínimo, en su condición más desfavorable.
- m) Puede o no existir ciclovías.

## Detalle de Categorías Vehiculares

- 5. Vía local:**
- a) Su rol es establecer las relaciones entre las vías Troncales, Colectoras y de Servicios y de acceso a la vivienda.
  - b) Su calzada atiende desplazamientos a cortas distancias. Ausencia de continuidad funcional para servicios de transporte. Velocidad de Diseño entre 20 y 30 km/h.
  - c) Tiene capacidad media o baja de desplazamientos de flujos vehiculares.
  - d) Flujo de automóviles y vehículos de tracción animal y humana, excepcionalmente locomoción colectiva.
  - e) Sus cruces pueden ser a cualquier nivel, manteniéndose la preferencia de esta vía sólo respecto a los pasajes.
  - f) No hay limitación para establecer el distanciamiento entre sus cruces con otras vías.
  - g) Presenta alto grado de accesibilidad con su entorno.
  - h) Permite estacionamiento de vehículos en su calzada.
  - i) La distancia entre líneas oficiales no debe ser inferior a 11 m.
  - j) El ancho mínimo de su calzada no debe ser inferior a 7 m, tanto si se trata de un sólo sentido de tránsito o doble sentido de tránsito.
  - k) Cuando este tipo de vía cuente con acceso desde un solo extremo, la mayor distancia entre el acceso de un predio y la vía vehicular continua más cercana será de 100 m, debiendo contemplar en su extremo opuesto un área pavimentada que permita el giro de vehículos livianos. Podrá prolongarse dicha longitud hasta un máximo de 200 m, si cuenta con un tramo inicial equivalente como mínimo al 50% de la longitud total, de 15 m de ancho entre líneas oficiales y un ancho de calzada pavimentada no inferior a 7 m, que permita el estacionamiento adicional de vehículos en uno de sus costados a lo menos en 2 m de ancho. Cuando su longitud sea inferior a 50 m podrán tener hasta 1 m menos las medidas contempladas en las letras j) e i) precedentes.
  - l) Deberán existir aceras a ambos costados, cada una de ellas de 2 m de ancho mínimo.
  - m) No se contempla en ella la presencia de ciclovías.

**TABLA 2.03.1A**  
**CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANA: RELACIONES CON**  
**FACTORES AMBIENTALES Y DE TRÁNSITO**

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA			TIPO DE MEDIO			RELACIONES CON EL MEDIO AMBIENTE				
	LONGITUD DE VIAJE [2]	VOLUMEN DE TRÁFICO [3]	V.D. (km/h) [4]	EXCLUSIVO [5]	PRIVILEGIADO [6]	LIMITACIONES [7]	ACCESIBILIDAD AL ENTORNO	ESTACIONAMIENTOS	VEREDAS	IMPACTO URBANO	ACTIVIDAD MARGINAL MENOS PERJUDICADA O MÁS FAVORECIDA
EX				VEHICULOS	AUTOMOVILES	NO HAY PARADA	TOTALMENTE			FUERTEMENTE	
P	LARGO	ELEVADO	80-100	MOTORIZADOS SIN PARADAS	Y VEHICULOS DIRECTOS	LOCOMOCION COLECTIVA	CONTROLADA	NO	NO	NEGATIVO	INDUSTRIAL
R	(MEDIANO)			VEHICULOS	****	COLECTIVA	PARCIALMENTE	NO	NO	GENERALMENTE MUY NEGATIVO	INDUSTRIAL
S	LARGO	ELEVADO	80-100	MOTORIZADOS		SOLO EXPRESA	CONTROLADA				
A	(MEDIANO)						DE PREFERENCIA				
S							CIA A TRAVES DE C-D Y S	NO EN CALZADA	SI	GENERALMENTE NEGATIVO	INDUSTRIAL (COMERCIAL)
TRONCAL	LARGO	ELEVADO	50-80	VEHICULOS	LOCOMOCION COLECTIVA	****					
T	MEDIANO			MOTORIZADOS	(BICICLOS)						INDUSTRIAL (COMERCIAL)
COLECTORA-DISTRIBUIDORA	MEDIANO (CORTO)	(ELEVADO) MEDIANO	40-50	VEHICULOS	LOCOMOCION COLECTIVA	****	FACIL	NO (SI)	SI	VARIABLE	INDUSTRIAL (COMERCIAL)
C-D				MOTORIZADOS	(BICICLOS)						
SERVICIO S	(MEDIANO) CORTO	(ELEVADO) MEDIANO	30-40	VEHICULOS	COLECTIVA		FACIL	NO (SI)	SI	VARIABLE	COMERCIAL (SERVICIOS)
LOCAL	CORTO	REDUCIDO	20-30	****	****		TOTAL	SI	SI	FACILMENTE POSITIVO	HABITACIONAL (COMERCIAL)
L											
PASAJE	CORTO	REDUCIDO	[8]	****	****		TOTAL	SI	NO	FACILMENTE POSITIVO	HABITACIONAL
F											
CICLOVIA B	(MEDIANO) CORTO	****	****	BICICLOS	****		TOTAL	SI	(SI)	MINIMO (FAVORABLE)	TODAS
PEATONAL	CORTO	****	****	PEATONES	****		TOTAL	****	****	GENERALMENTE POSITIVO	COMERCIAL (HABITACIONAL)
P											

[1] REFERENCIAS ENTRE () INDICAN CASOS POSIBLES PERO NO DETERMINANTES NI OBLIGATORIOS; SUJETOS FUERTEMENTE A LAS SINGULARIDADES DEL CASO.  
 [2] LONGITUDES DE VIAJE DEFINIDAS EN 2.02.04(2).  
 [3] [4] VOL. Y VELOC. SE RELACIONAN A TRAVES DEL CONCEPTO NIVEL DE SERVICIO, V.D. SUPONE QUE NO HAY SEMAFOROS; EN CALLES LOCALES, VELOCIDADES INFERIORES A 30 km/h. CORRESPONDEN A CALLES - VEREDAS.  
 [5] EN VIAS EXPRESAS SE EXCLUYEN LOS CICLOMOTORES.  
 [6] PRIVILEGIO QUERE DECIR LA POSIBILIDAD DE VIAS ESPECIALES O CONSIDERACIONES DE OTRO ORDEN QUE FACILITEN LA OPERACION DE ALGUNOS MODOS EN FORMA SEGURA.  
 [7] IMPLICA PROHIBICIONES PERICIALES O REQUISITOS ESPECIALES.  
 [8] PARA EL DISEÑO DE PASAJES, NO SE CONSIDERA UN VALOR PARA EL PARAMETRO DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO, SOBRE LA BASE DE QUE SE TRATA DE VIAS DE CIRCULACION PEATONAL CON EVENTUAL TRANSITO DE VEHICULOS. EN ESTE SENTIDO, EL TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO QUE SE ADOPTA, DEBERA POSIBILITAR EL DESPLAZAMIENTO DE VEHICULOS, SIN OBSTRUCCIONES U OBSTACULOS QUE IMPIDAN SU ACCESIBILIDAD.

Detalle de Categorías Vehiculares

**TABLA 2.03.1B**  
**CLASIFICACIÓN DE VÍAS URBANAS:**  
**CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OPERATIVAS**

CATEGORÍA	SENTIDO DE FLUIDOS [2]	MÍNIMO DE PISTAS EN CADA SENTIDO [3]	RANGO APROX. DE LONGITUD CON CONTINUIDAD FUNCIONAL	DISTANCIA APROX. ENTRE PARADAS DE BUSES [4]	RELACIONES CON VÍAS DE OTRA CATEGORÍA [5]																				
					AP	AV	T	C-D	S	L	F	B	P												
E																									
X																									
P	UD	3	>10 km	*****	E	E	E	(E)	(E)	(E)															
R																									
E																									
S																									
A	UD	3	>8 km	1000 m	E	E	E	(E)	(E)	(E)															
S																									
T	UD	3	>6 km	500 m	E	E	E	(E)	(E)	(E)															
	(BD)	(1B)		(Dif.)				(IS)	(IS)	(IS)															
C-D	BD	2	>4 km	300 m				(E)	(E)	(E)															
	(UD)	(+1B)		(Dif.)	(E)	(IS)	(IS)	(IS)	(IS)	(IS)															
S	BD	2	>2 km	200 m				(E)	(E)	(E)															
	(UD)	(+1B)		(Dif.)	(E)	(IS)	(IS)	(IS)	(IS)	(IS)															
L	BD	1	*****	200 m																					
F	BD	1 [5]	*****	*****																					
B	UD	*****	*****	*****																					
	BD	*****	*****	*****																					
P	*****	*****	*****	*****	E	E	E	(E)	(E)	(E)															

[1] REFERENCIAS ENTRE ( ) INDICAN CASOS POSIBLES O DESEABLES, PERO NO DETERMINANTES NI OBLIGATORIOS; SUJETOS FUERTEMENTE A LAS SINGULARIDADES DE CADA CASO.  
 [2] UD: UNIDIRECCIONAL, PUEDE REFERIRSE A CALLES DE 1 SOLO SENTIDO, REVERSIBLES O NO - BD: BIDIRECCIONAL.  
 [3] B: PISTA SOLO BUSES. (1B): MÍNIMO UNA PISTA BUSES INCLUIDA EN EL TOTAL DE PISTAS, SI PROCEDE (+1B): MÍNIMO UNA PISTA BUSES SUMADA AL MÍNIMO DE PISTAS, SI PROCEDE.  
 [4] Dh: PARADEROS DIFERIDOS.  
 [5] E: ENLACE-IS: INTERSECCIÓN A NIVEL CON SEMAFORO; IP: INTERSECCIÓN A NIVEL CON PREFERENCIA DETERMINADA POR VOLUMENES.  
 [6] AMBOS SENTIDOS DE TRANSITO EN CALZADA ÚNICA.  
 [7] ACCESOS O EMPALMES.

Introducción al Problema del Diseño Vial Urbano



### CAPITULO 3 ZONAS PEATONALES

#### SECCION 3.01 DESCRIPCION DE LAS DISTINTAS ZONAS PEATONALES

Las zonas peatonales: aceras, calles peatonales, paseos, plazas, plazoletas, islas-refugio y el entorno a las esquinas, son espacios que surgen a partir de la vialidad y que se unen a parques y otras zonas comunes de una ciudad para configurar un escenario principal de la vida pública.

Estos espacios ofrecen un medio para el desplazamiento de las personas, lo que constituye uno de los condicionantes fundamentales para su diseño. Sin embargo, una calle no puede ser entendida exclusivamente como una superficie que sirve a la función transporte: se debe contemplar, respetar, y realizar si es posible, una serie de otros factores que se han ido planteando a lo largo del presente volumen y que en el caso de las zonas peatonales gravitan con máxima fuerza.

En efecto, además de ser dichas zonas el nexo físico de los establecimientos comerciales y de servicio con la ciudadanía, ellas también sirven, apenas un diseño adecuado lo permite, para que los habitantes las usen de diversos modos: como lugar de encuentro, de esparcimiento y hasta de identificación si ellas consiguen generar ambientes que reflejen un espíritu urbano peculiar (véase Sección 2.01)

No es extraño, entonces, que los espacios frecuentados por grandes cantidades de peatones suelen ser los espacios privilegiados de la ciudad, ya sea por sus características físicas y paisajísticas o por el nivel de la actividad comercial del entorno, todo lo cual se refleja en el valor de la propiedad vecina.

Estos factores –se repite – no deben ser dejados en las evaluaciones de proyectos de esta naturaleza.

A continuación se definen las distintas zonas y se describen aquellos rasgos generales de las mismas que ha parecido oportuno realzar.

#### 3.01.1 ACERAS

Las aceras son superficies elevadas con respecto a la calzada que discurren entre ésta y la línea de cierre. La línea de separación entre acera y calzada, donde se produce la discontinuidad altimétrica, corresponde a la cara libre de la solera (3.02.102 (1)).

El ancho de las mismas será variable en función de los volúmenes peatonales, de las características de la actividad urbana que las flanquea y de los distintos elementos de ornato, servicio o protección que deban existir en ellas (Sección 3.02), todo lo cual queda controlado por las disponibilidades espaciales y económicas presentes en el proyecto.

Los únicos puntos en que su condición de zona estrictamente peatonal se ve alterada en los puntos en que se habilita una entrada de vehículos (4.04), pero en todo caso estos últimos deben dar preferencia absoluta al peatón en dichas singularidades.

Las aceras son, consideradas en su conjunto, las zonas peatonales de mayor trascendencia dentro de la plataforma vial, por representar ellas las máximas superficies dentro del total correspondiente a dichas zonas y por concentrarse en éstas una parte significativa de las actividades

ciudadanas, entendiéndose por tales actividades todos los quehaceres que se realizan en ella por su sola condición de espacios urbanos (sociales, comerciales, de esparcimiento) y los que se derivan de su condición de medio para el transporte peatonal.

### 3.01.2 CALLES PEATONALES

Las calles peatonales se producen cuando toda la plataforma vial está dedicada, en forma exclusiva, al quehacer peatonal y a los varios elementos de ornato y servicio que se demuestren adecuados a las finalidades del diseño (3.02).

El diseño de las mismas permite una gran flexibilidad, debiéndose sólo respetar la eventual necesidad de ser utilizada por vehículos de emergencia (carros bomba, ambulancias) o especiales (transportes de dinero o policiales). En este sentido, sus elementos deben configurarse dejando libre una franja continua, recta o sinuosa (véase 4.02.4), la cual no debe presentar diferencias superficiales con el resto de la calle.

Las calles peatonales se han demostrado fehacientemente útiles al mejoramiento de la vida urbana, allí donde su implantación ha sido producto de estudios y soluciones serias de las concomitancias que suelen producir en el sistema de transporte.

Las experiencias realizadas en distintos puntos han producido numerosos efectos favorables: para el comercio, al activar este aspecto en forma notoria; para todas las actividades adyacentes que han visto reducidos los niveles de contaminación –especialmente acústica– y para la población peatonal, que ha visto recuperado un espacio seguro y agradable, tanto para los quehaceres propios de dichos espacios como para desplazarse dentro del sector en cuestión.

### 3.01.3 PASEOS

Se denomina “paseos” a franjas verdes que pueden estar ubicadas entre calzadas principales, si es el caso de sentidos de flujos separados, o entre éstas y calles laterales de servicio.

Se distinguen de los bandejones y medianas (5.02.4) por pretenderse que ellos sean atractivos al peatón y propicios para sus funciones básicas: desplazamiento, descanso y recreación.

Para ello, los paseos deben ser de un ancho suficiente para incentivar al peatón a cruzar las calzadas que lo separan de la vereda. El peatón no suele motivarse para esta maniobra si no prevé las ventajas de un mínimo aislamiento entre él y los flujos circundantes.

Este ancho debe ser del orden del doble y el triple de las calzadas principales que bordean el paseo, si éstas son troncales. Si el paseo es lateral y la calle de servicio que lo flanquea del lado de la vereda presenta volúmenes pequeños y sección reducida (5.02.202), se puede diseñar un paseo con un ancho mínimo de 9 metros, que aparece reflejado en la figura II de la lámina 3.02.102 (2) A.

Además de la favorable contribución al ambiente que los paseos suponen, ellos otorgan facilidades a los movimientos de giro desde y a las calzadas involucradas, al proveer de espacios de almacenamiento entre ellas, lo que no ocurre en el caso de los bandejones o islas separadoras en el de las medianas reducidas.

## Paseos

Este último factor es importante cuando se trata de decidir una sección tipo y se tiene disponibilidades de espacio que permiten plantear otras alternativas, derivadas del posible uso de **paseos** en combinación con bandejones o estacionamientos.

En la lámina 3.01.3 A se muestra varios ejemplos de plantas en las que se han dispuesto paseos en distintas configuraciones, todas ellas simétricas y considerando una plataforma disponible de 60 metros de ancho.

El caso I corresponde a la creación de un paseo central de ancho máximo, que cumple con la condición de ser entre el doble y el triple del ancho de las calzadas. Este es un esquema discutible, entre otras cosas porque una vía de importancia, próxima a la línea de edificación, supone molestias para el entorno; además, no está clara la forma en que se accede a dicho entorno, ya que en vías de esta naturaleza no es recomendable el acceso directo.

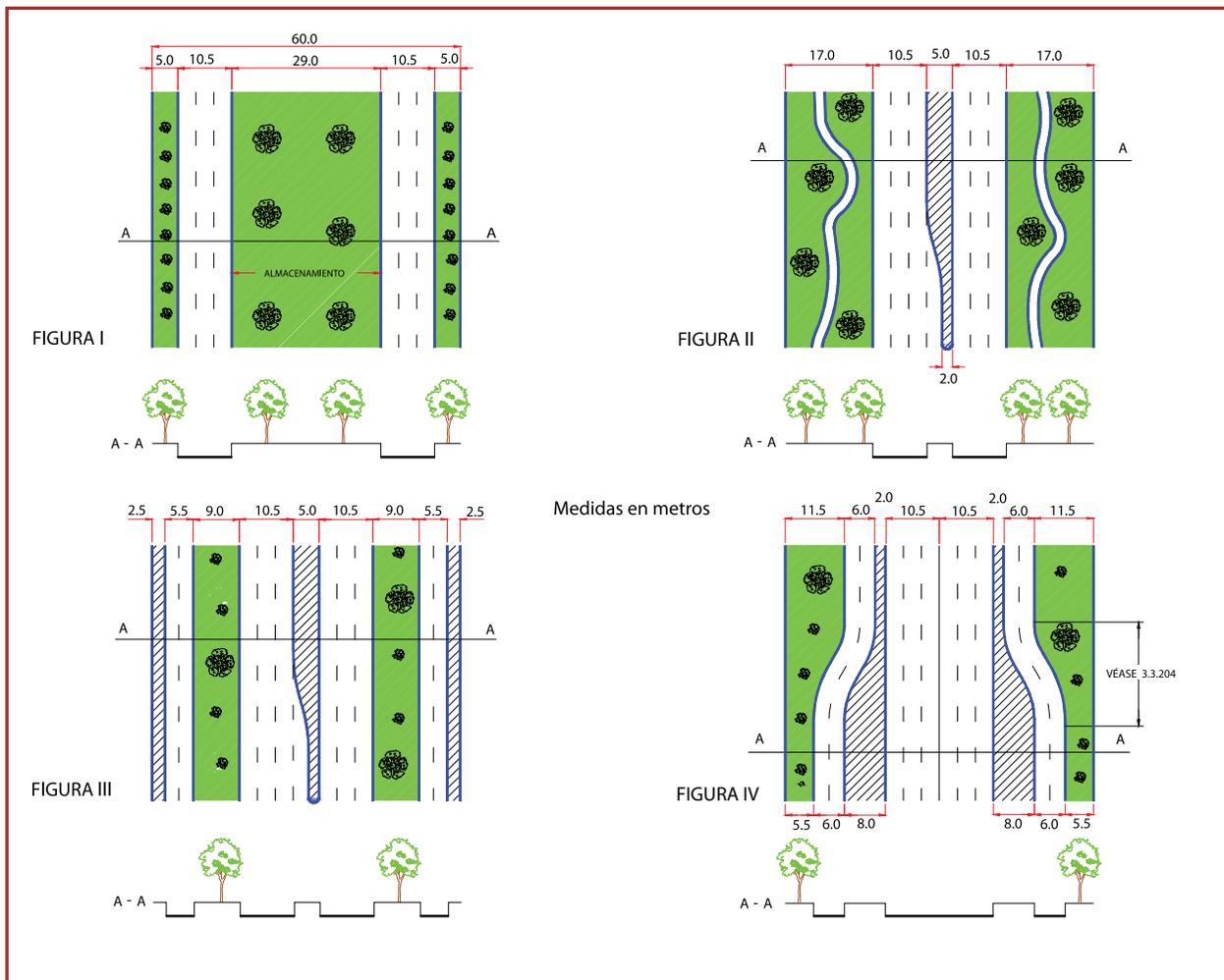


Fig. 3.01.3A

En la figura II se resuelve la desventaja ambiental, pero no la de la accesibilidad. Esta sección puede ser válida para tramos cortos entre dos calles transversales siempre que ella se pueda conciliar con las secciones de los tramos siguientes y la accesibilidad esté resuelta en dichas vías transversales. Además en este caso no se dispone del espacio de almacenamiento central del esquema anterior, lo cual se ha resuelto, en parte, mediante una pista de espera central, que presenta la desventaja de que para volúmenes altos exige una fase especial de semáforo.

En la figura III se ha optado por sacrificar parte del paseo para brindar una calle de servicio mínima, con estacionamiento, dejando una vereda también mínima. Se mantiene la posibilidad de pista de espera central.

En la figura IV se ha conseguido crear un paseo sin sacrificar la zona de almacenamiento entre las calles de servicio y las calzadas principales. Este esquema considera que los virajes a la izquierda serán ejecutados a través de la calle lateral, que para estos efectos ha sido ampliada a dos pistas.

#### **3.01.4 PLAZAS**

Generalmente las plazas ya existen cuando toca diseñar algún elemento de infraestructura vial urbana. Esto, sumado a la singularidad que ellas representan dentro del contexto en cuestión, obliga a limitar las pretensiones de este volumen de aportar criterios específicos para diseño.

#### **3.01.5 PLAZOLETAS**

Se entiende por tal los espacios discontinuos de un tamaño que constituye algo más que un ensanche local de la sección de la vía y que ha sido aprovechado para instalaciones de ornato.

El diseño de estos espacios puede exceder las funciones del proyectista, por lo que se considera conveniente la interconsulta entre éste y un especialista, sobre todo si el lugar constituye un escenario histórica o arquitectónicamente relevante. En este aspecto tiene responsabilidad la municipalidad correspondiente.

#### **3.01.6 ISLAS REFUGIO**

Se llama islas-refugio a aquellas superficies elevadas con respecto al nivel de la calzada – y por lo tanto no accesibles a los vehículos – que sirven como zona de resguardo a los peatones que no han alcanzado a cruzar más que una parte de la calzada. Estas islas pueden tener formas variadas, dependiendo del esquema general del diseño que se trate, pero su ancho mínimo deberá ser de 2 metros y sus otras dimensiones tales que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

- Área no inferior a 4,5 m<sup>2</sup>, preferiblemente 7 m<sup>2</sup>.
- Longitud no inferior a 3,6 m, preferiblemente 6 m, cuando tienen forma de gota.
- Lado mínimo de 2,4 m, preferiblemente 3,6 m cuando tienen forma triangular.
- Superficie para alojar al volumen máximo de peatones que cruza cada ciclo, considerando una densidad de 1,5 peatones / m<sup>2</sup>.

Cuando existe un bandejón, o una mediana (5.02.4), él puede operar como isla refugio en aquellas zonas en las que el cruce está permitido; esto ocurre especialmente en las esquinas, donde el ancho de la mediana puede reducirse para proveer una pista de giro a la izquierda.

Islas Refugios

Las islas pueden ser requisitos previos del trazado – por ejemplo en el caso de calzadas anchas – y en tal caso ellas condicionan la definición de los ejes de las calzadas. También ellas pueden ser el resultado del trazado de los ramales de giro en intersecciones canalizadas.

Sea cual fuera el caso, dichos espacios tienen vértices que es preciso tratar mediante un trazado específico de los bordes de las islas. Véase figuras I y II de la lámina 3.01.6 A, que muestran los espacios generados en una intersección por un ramal canalizado de giro a la derecha y los bordes de las calzadas que se cruzan, y por el desdoblamiento de una calzada, respectivamente.

En la figura III se muestra la línea que define la forma de la solera en estos casos, resultado del redondeo de los vértices mediante curvas circulares y del retranqueo de los mismos. Esto último cuando se da el caso que dichos vértices enfrentan la llegada de los vehículos. Este retranqueo se ejecuta mediante transiciones parabólicas obtenidas mediante la expresión:  $y = Rx^2 / L^2$ , donde  $x$  es la distancia desde el comienzo de la transición,  $y$  es el retranqueo correspondiente a esa distancia,  $R$  es el retranqueo total y  $L$  es la longitud del tramo a lo largo del cual se realiza la transición. Los valores del retranqueo para distintas situaciones se tabulan en la tabla siguiente:

**TABLA 3.01.6 A**

**TRANSICIONES PARABOLICAS MÁS CORRIENTES PARA EL RETRANQUEO DE VERTICES DE ISLAS**

ORDENADAS, y, PARA UNA ABCISCA DDA, x																
X (m.)	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	12.0	13.5	15.0	18.0	21.0	22.5	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0
L																
TRANSICION 1:5																
7.50	0.24	0.54	0.96	1.50												
15.00	0.12		0.48		1.08	1.92		3.00								
TRANSICION 1:10																
15.00	0.06		0.24		0.54	0.96		1.50								
30.00	0.03		0.12		0.27	0.48		0.75	1.08	1.47		1.92	2.43	3.00		
TRANSICION 1:15																
7.50	0.08	0.18	0.32	0.50												
13.50	0.05		0.18		0.40	0.71	0.90									
22.50	0.03		0.11		0.24	0.43		0.67	0.96	1.31	1.50					
27.00	0.02		0.09		0.20	0.36		0.55	0.80	1.09		1.42	1.80			
36.00	0.02		0.07	0.15	0.27		0.42	0.60	0.82	0.82		1.07	1.35	1.67	2.02	2.40

Véase lámina 3.01.6 A

$$Y = \frac{Rx^2}{L^2}$$

- L = longitud transición, m.
- R = retranqueo total, m.
- x = abscisas, m.
- y = ordenadas, m.

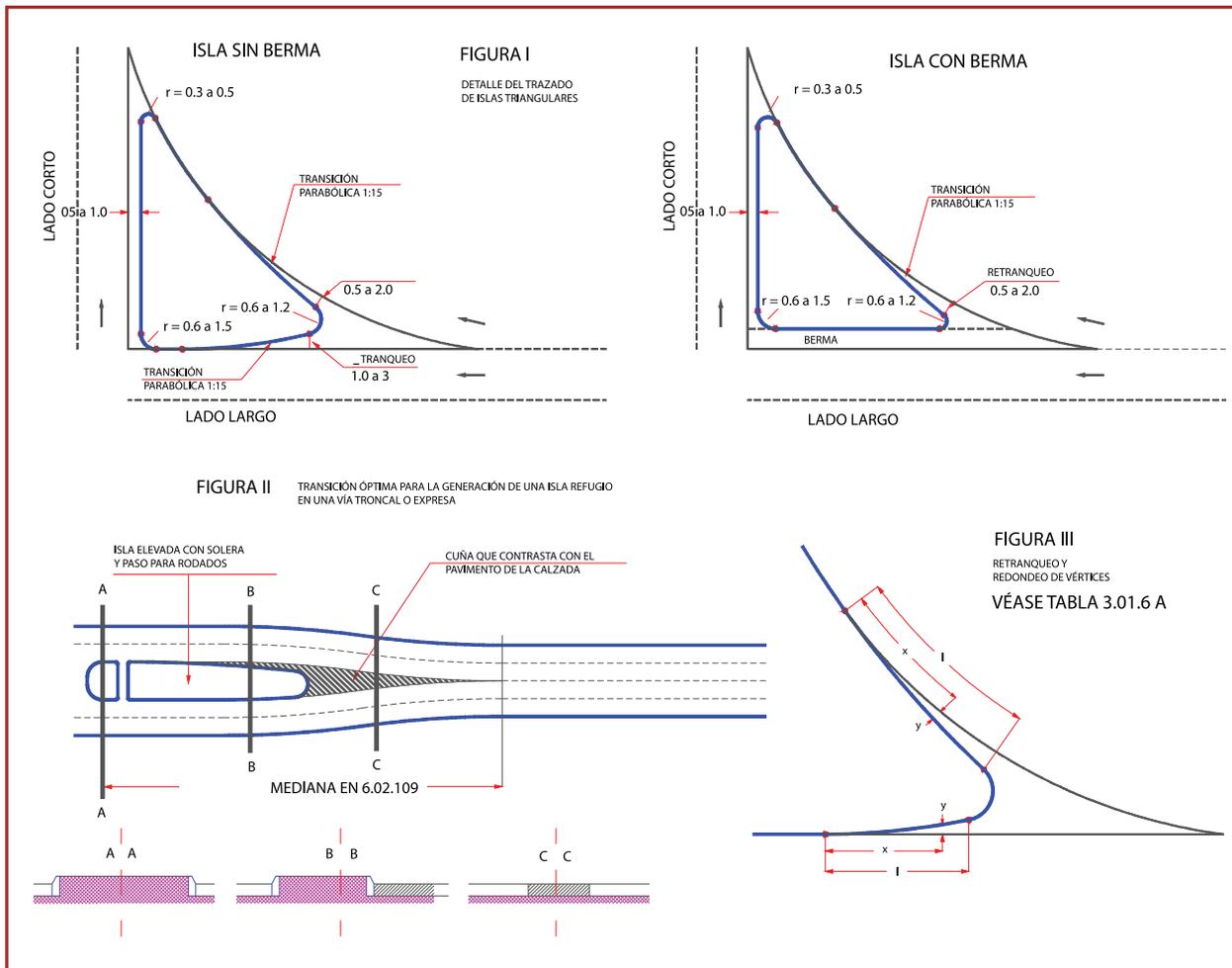


Fig. 3.01.6A

**3.01.7 ESQUINAS**

La esquina es el vértice del ángulo que forman las líneas de edificación convergentes.

Desde el punto de vista de la seguridad de tránsito, tanto para los peatones como para los vehículos, se requiere que el entorno a las esquinas sea un espacio despejado de elementos verticales para que no se obstruya el tránsito y la visibilidad. La excepción a esta recomendación la constituye la postación que sea indispensable para la operación del tránsito de una intersección.

En el entorno a la esquina, es recomendable prodigar, de alguna manera, superficies lo más amplias posibles a la actividad peatonal en las esquinas. En este sentido es útil influir en las decisiones que exijan una línea de edificación retranqueada en estas zonas. También resulta muy eficaz la eliminación de las bandas de estacionamiento – si las hay – en favor de una ampliación de las veredas antes de las esquinas, cosa que por lo demás es coherente con conveniencias provenientes del tránsito.

### 3.02.1 FRANJAS CONTINUAS

Dentro de las zonas peatonales hay espacios que sirven para el desarrollo de ciertas funciones que requieren, o a las que les conviene, una banda continua. El ejemplo más claro de esto son las veredas.

El ornato, la iluminación, la señalización, la seguridad, etc., son otras funciones que implican el uso de elementos que se disponen generalmente en forma lineal, ocupando por tanto una franja continua: árboles, faroles, barreras, etc.

Estos dispositivos pueden eventualmente compartir una misma banda, sobre todo en las aceras, que presentan restricciones espaciales propias de su condición de elementos de la sección tipo. No así en plazas, calles peatonales y otras zonas en las que la linealidad de la acera queda modificada por disponibilidades superficiales que permiten un diseño más libre y una ubicación de los mismos como elementos individuales (véase 3.02.2 Espacios y/o Elementos Discontinuos).

**3.02.101 Veredas:** Parte pavimentada de la acera. Son aquellas dimensionadas exclusivamente para acoger el flujo peatonal, debiéndose por consiguiente añadir a ellas, en cada punto del trazado, los espacios o bandas que cumplan otras funciones o alberguen otros elementos.

**(1) Planta.** El trazado en planta de las veredas se reduce a determinar su alineación y su ancho.

*a) Alineación.* En caso de las veredas, se puede decir que la alineación resulta de hacer discurrir la banda en cuestión en forma sensiblemente paralela a la envolvente de la línea de edificación, o a la línea libre si existen espacios adosados a ella que sean ocupados para otros fines autorizados que no sean de desplazamiento (quioscos, vendedores en general). Cabe hacer notar que la existencia de tales espacios suponen la necesidad de ensanchar un tramo completo de vereda, puesto que ésta no puede cambiar de ancho en forma arbitraria.

A diferencia del caso de las veredas, el diseño en planta de los paseos y calles peatonales, permite componer su alineación dentro de un espacio más amplio, por lo que pueden aparecer curvas e incluso descomponerse ellas en más de una banda, si se desea diferenciar el flujo de paso del que necesita acceder a negocios u otras actividades de las márgenes.

El trazado de los bordes de la franja peatonal no debe presentar quiebres (radio de curvatura de las alineaciones empleadas  $\geq 5$  m) cuando la banda no queda flanqueada por elementos de cierta altura, que pueden servir de guía óptica, y cuando las densidades son altas. En tales casos un cambio fuerte de dirección opera como recodo y puede producir algún entorpecimiento del flujo. No hay que olvidar que estas bandas deben ser capaces de acoger las maniobras de los vehículos de emergencia, a velocidades  $\leq 10$  km/h (véase 4.01).

*b) Ancho.* El ancho de las veredas se determina de acuerdo a los criterios de capacidad descritos en 2.02.502 (1) y siguiendo las pautas allí ejemplificadas.

Este ancho es el que se debe prever sólo para el tránsito de peatones, que debe ser continuo y libre de obstáculos.

Se considera que el ancho mínimo recomendable para las veredas es de 2 m., que corresponde al espacio necesario para que se crucen dos personas que lleven paquetes, coches de niños o que circulen en silla de ruedas, los cuales aparecen ilustrados en la lámina 2.02.401 (1) B, figuras (II), (III) y (IV), respectivamente. Este ancho mínimo puede reducirse a 1,2 m. en calles locales.

La figura V de la misma lámina corresponde al caso de una pareja. Es útil tener en cuenta estas dimensiones cuando por la naturaleza de la vereda se espere frecuentemente el cruce de aquellas. En tal caso se debe exigir un mínimo de 3 metros de sección.

**(2) Sección Transversal.** Una franja de esta naturaleza debe ser homogénea, sin irregularidades en su sección que puedan significar un peligro. Eventualmente puede acotárseles con alguna línea que destaque (baldosa de otro color), si se pretende algún objetivo estético, pero este detalle no debe sobresalir de la línea continua de su perfil.

La pendiente transversal de las veredas es recomendable que alcance un mínimo de un 2% para revestimientos lisos y un máximo de 4% cuando es muy rugosa, así como también en la parte no pavimentada de la acera.

**(3) Elevación.** La pendiente longitudinal reduce la velocidad de los peatones. Esta reducción se hace significativa a partir del 5%. Con un 10% de pendiente desfavorable, dicha reducción llega a ser del 30%.

En todo caso, la pendiente longitudinal de la vereda es aproximadamente la de la vía, salvo las situaciones excepcionales en que puede ser necesario salvar un desnivel ocasional.

En estos últimos casos se pueden usar rampas, escaleras u otros dispositivos, que se describen en 3.02.302.

**3.02.102 Otros Elementos en Franjas Continuas.** Como se dijo al inicio del tópico, existen una serie de elementos que pueden y suelen ocupar una faja continua, la cual debe sumarse a la banda peatonal, o vereda. Estos elementos son las soleras, las plantaciones, las luminarias, la señalización y algunos accesorios útiles a la seguridad, al ornato y a otros servicios, tales como mobiliario en general, elementos publicitarios, parquímetros, etc. Todos ellos serán abordados a continuación. En el caso de las señales verticales, se sugiere que la distancia entre el borde de solera y poste sea de 50 cm.

**(1) Soleras.** Las zonas peatonales, exceptuando las calles peatonales, en las líneas que las separan del borde las calzadas que las limitan; presentan una discontinuidad altimétrica que requiere de un elemento de contención que sea resistente a los eventuales impactos que deberá inevitablemente recibir. Estos elementos son las soleras, de las cuales existen básicamente dos tipos, que aparecen en la lámina 5.02.602.

La cara superior de las soleras integra la superficie de la zona peatonal y su ancho, por lo tanto, debe ser considerado como parte de esta última.

La altura de la solera debe ser lo más constante posible, salvo en aquellos puntos en los que se prevean entradas de auto o cruces peatonales, donde deberán pasar gradualmente a una altura no superior a 5cm para el caso de entradas de auto y a nivel de calzada en el caso de cruces peatonales con rebaje, de la manera especificada en 5.02.6.

## Franjas Continuas

**(2) Franjas para Plantaciones.** Las zonas verdes son un elemento principal del paisaje urbano, siendo imprescindible la incorporación de ellas a la mayor cantidad de zonas peatonales que sea posible.

En plazas, parques y espacios amplios en general, no es imprescindible que las plantaciones se diseñen como franjas continuas, como suele ocurrir en las aceras y los paseos, cuya geometría y funcionamiento requiere un tratamiento de este tipo, por lo menos para los árboles.

Es muy importante, entonces, que los perfiles tipo contemplen áreas peatonales “verdes” en una proporción lo más generosa posible con respecto a las zonas vehiculares: en una sección pequeña, ésta última superficie no debe superar el 60% del total, y a medida que aquella crece, la parte destinada a los vehículos debe reducirse proporcionalmente, siendo deseable que sea del orden del 40% para avenidas importantes.

En la lámina 3.02.102 (2) A se muestran las dimensiones transversales deseables que rigen el emplazamiento de árboles y setos, con respecto a las líneas de edificación y/o bordes de calzada y en veredas.

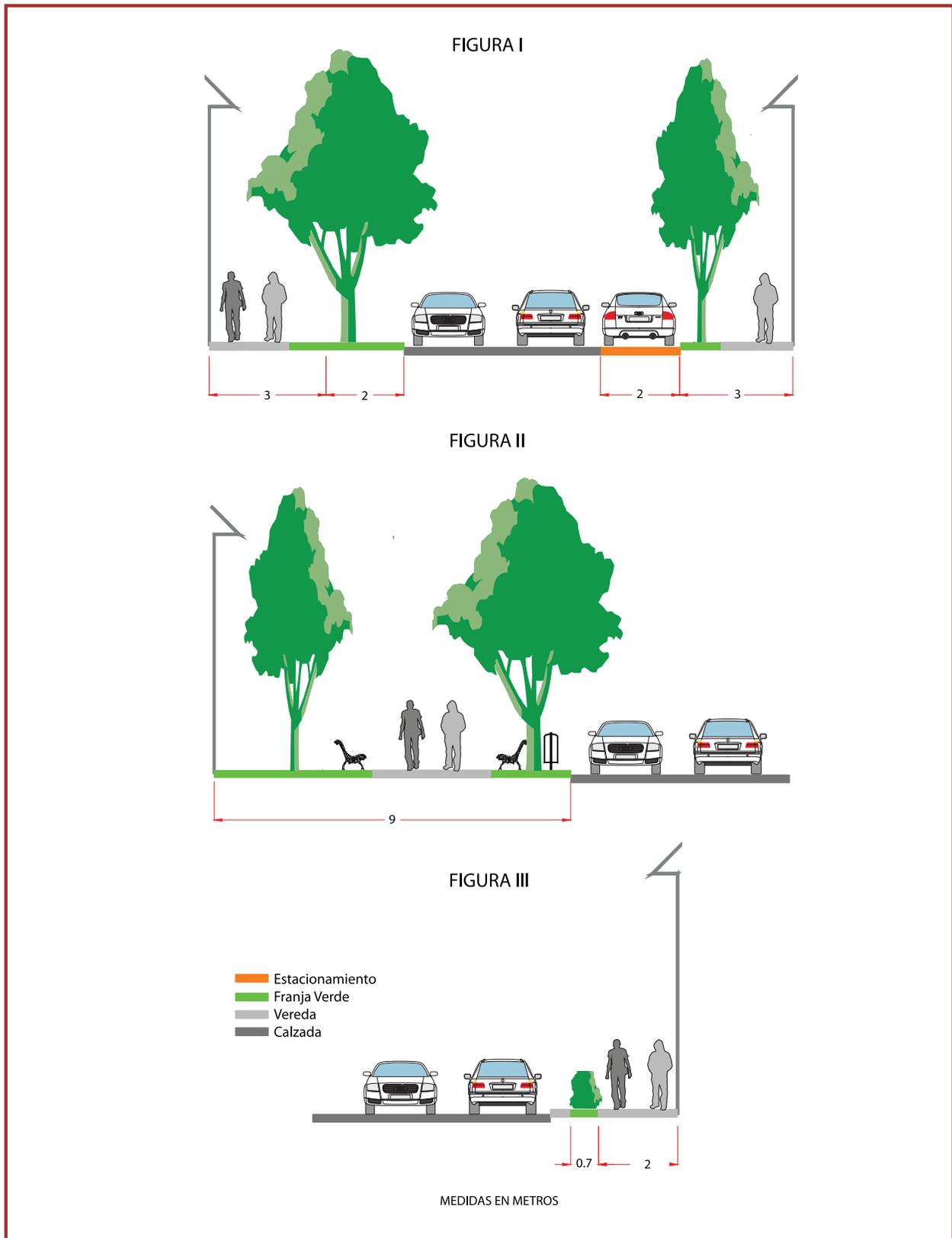


Fig. 3.02.102(2)A

## Franjas Continuas

**(3) Iluminación.** Los beneficios de la iluminación son variados, tanto para conductores como para peatones. Para estos últimos, los beneficios más importantes provienen de la seguridad que ella implica frente a las posibilidades de accidentes (véase párrafo 2.02.201) y de la tranquilidad que se produce al poder ver los detalles del camino.

No es posible separar del todo los elementos de iluminación según sirvan a peatones o a vehículos, ya que por lo general sus funciones son mixtas. Sin embargo, se pueden distinguir sistemas lineales, propios de las calles y veredas, y sistemas discontinuos, propios de intersecciones, enlaces, plazas, etc.

En todos los casos, la calidad de dichos sistemas depende principalmente de dos factores: el nivel de iluminación y la uniformidad de este nivel. En el caso de las calles, a medida que la categoría de éstas asciende, empiezan a adquirir mayor relevancia otros factores, como son el grado de guía óptica que ofrece el sistema de luminarias al conductor y el grado de restricción de brillos y reflejos que se pueda conseguir mediante una distribución acertada de las fuentes de luz.

El nivel de iluminación en cada punto es el resultado de la composición de los efectos lumínicos que produce cada una de las fuentes emisoras que afectan a dicho punto.

La uniformidad de la iluminación depende de la altura de las luminarias, del intervalo entre ellas, del ancho de la calzada y del tipo y posición de farol mismo con respecto al poste.

En general, la altura de las luminarias no debe ser inferior a 8m, salvo cuando existe arborización o en ciertos barrios residenciales. Alturas de 8, 10, 12 y hasta 15 metros son utilizados con buenos resultados, siendo la tendencia utilizar dispositivos cada vez más eficientes y con mayor entrega de lúmenes, por lo menos en vías amplias donde los efectos sobre la propiedad circundante pueden ser controlados mediante la adecuada disposición de las luminarias.

El intervalo entre luminarias debe estar comprendido entre 1 y 2 veces la altura de las mismas, salvo en el caso de que éstas sean pequeñas.

El ancho de la calzada impone conveniencias a la forma en que las fuentes deben disponerse (véase lámina 3.02.102 (3) A).

El tipo de farol queda supeditado a factores estéticos y, en el caso de las regiones II, III y IV, a las condiciones descritas en la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica, pero su posición con respecto al poste debe ser controlada teniendo en cuenta que un brazo demasiado largo ( $> \frac{1}{4}$  de la altura) afecta la visión de las soleras y los obstáculos de las veredas.

La banda continua mínima que es preciso considerar para la adecuada implantación de las luminarias no puede ser precisada de manera exacta. En cada caso, se debe estudiar el tipo de poste a emplear y su posición en relación a los demás elementos continuos.

En el caso de no existir ningún elemento condicionante, los postes deben colocarse de tal modo que el voladizo delantero de los vehículos no pueda golpearlos en una maniobra de giro ajustado, o sea, 0,5m mínimo (no se contempla el caso de los buses).

Los postes en aceras no deben ser del tipo colapsable, puesto que este factor de seguridad es aplicable sólo a calles en las que no existe el peligro de que la caída del mismo se produzca sobre personas o propiedades adyacentes.

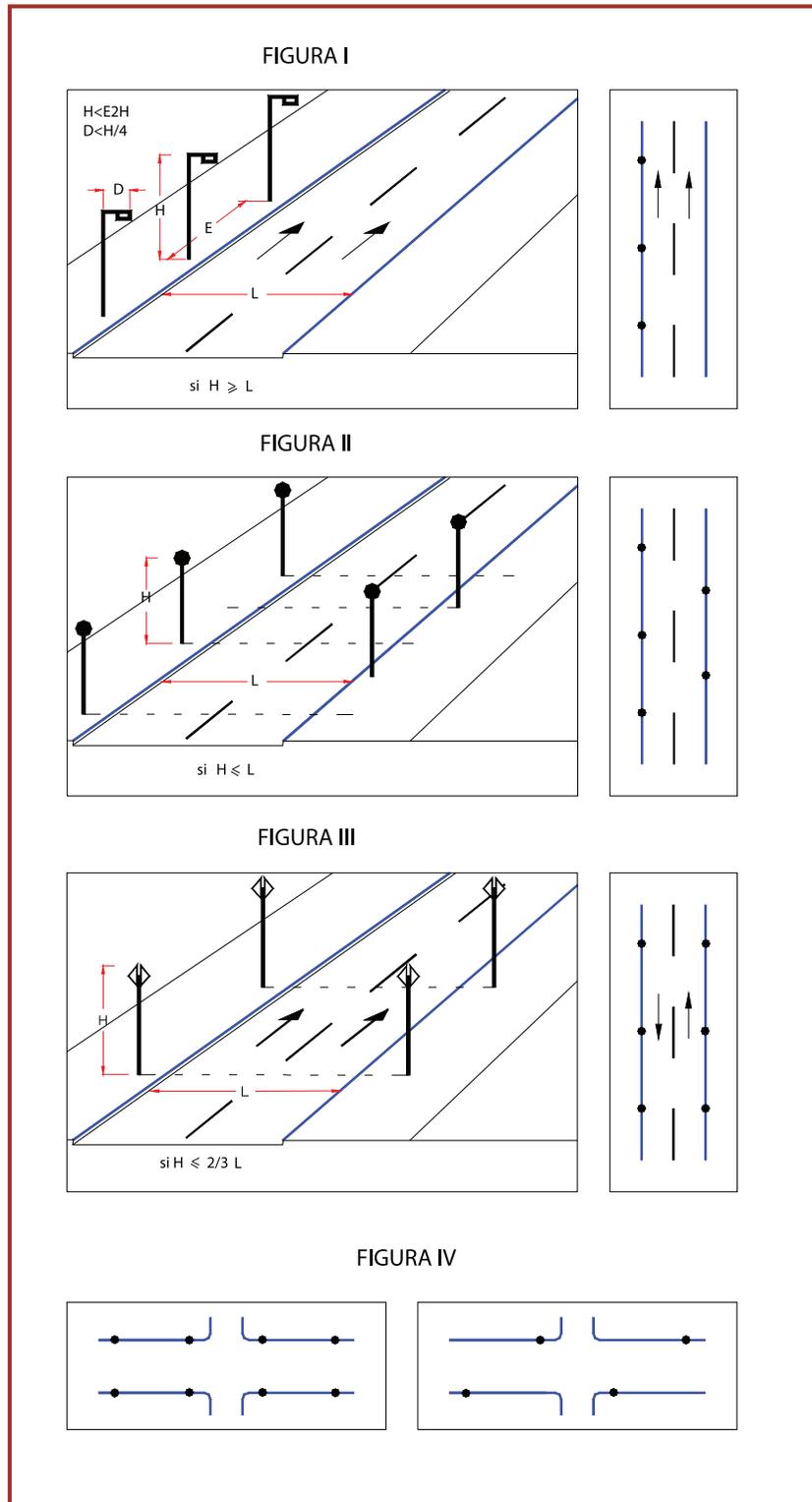


Fig. 3.02.102(3)

A título indicativo, en la tabla 3.02.102 (3) A, se dan valores promedio de iluminancia en veredas (zonas peatonales), distinguiéndose áreas comerciales, mixtas y residenciales, así como dos tipos de calidad de iluminación: el mínimo para una marcha segura y el mínimo llamado “de seguridad especial”, que es aquel nivel que permite identificar peatones a la distancia.

TABLA 3.02.102 (3) A

## RECOMENDACIONES PARA ILUMINACION HORIZONTAL PROMEDIO EN ZONAS PEATONALES

TIPO DE AREA	PROMEDIOS MINIMOS (LUX)	PROMEDIO PARA SEGURIDAD ESPECIAL (LUX)	
		ALTURA DE LA LUZ	
		3 – 5 m.	5 – 10 m.
COMERCIALES	10	22	43
MIXTAS	6	11	22
RESIDENCIALES	2	4	9

FUENTE: ANSI / IES RP-8, 1977

Las unidades relativas a iluminación utilizada en Chile corresponden a las del Sistema Internacional (SI) y aparecen definidas en la norma chilena NCh 1437, de 1979.

**(4) Señalización.** Se considera que la señalización requiere un espacio lateral mínimo de 0,5m, lo cual hace que en la práctica, si no existe ningún otro requerimiento, los anchos mínimos de las **veredas** considerados en la letra b) del acápite 3.02.101 (1) lleguen a 2,5m en el caso normal y a 1,5m en el reducido. Este espaciamiento se mide desde el eje del soporte de la señal hasta la línea de solera.

**(5) Bandas para Detenciones.** En las calles donde exista comercio con vitrinas al exterior debe considerarse una banda lateral adyacente a éstas, de 1,5m de ancho, con el fin de que los peatones que se detienen frente a ellas no perturben la circulación.

**(6) Topes.**

- a. Aspectos Generales. Los topes vehiculares se utilizan como elementos sólidos de segregación cuando es necesario impedir el estacionamiento, el ingreso de vehículos a áreas destinadas sólo al uso de peatones, como aceras, paseos o calles peatonales. Al igual que otros elementos de segregación, los topes vehiculares verticales requieren una mantención frecuente, especialmente el reemplazo inmediato de dispositivos deteriorados.
- b. Forma: En general tienen forma cilíndrica, sin embargo existen varias alternativas a esta presentación, las que generalmente se encuentran determinadas por las características del mobiliario público del sector donde se emplazan.
- c. Color: El color del cuerpo del tope vehicular queda determinado generalmente por el entorno donde se emplaza.
- d. Dimensiones: Para asegurar que los dispositivos sean visibles tanto para conductoras (es) y Peatones, su diámetro debe ser a lo menos de 60 mm, y la altura de su borde superior sobre la acera no debe ser menor a 60 cm.

- e. **Retrorreflexión:** Se recomienda reforzar la visibilidad de los topes vehiculares con elementos retrorreflectantes que mejoren su percepción nocturna.
- f. **Emplazamiento:** Los topes vehiculares se ubican generalmente sobre la acera, en forma paralela a la línea de solera, a una distancia adecuada ella. Para que resulten eficaces se recomienda que dos elementos contiguos no estén separados por más de 1,5 m.

(7) Vallas Peatonales.

a. **Aspectos Generales.** El propósito de las vallas peatonales es impedir el ingreso de peatones a la calzada en lugares inconvenientes y canalizar a éstos al lugar adecuado para cruzar o para evitar que los transeúntes tomen locomoción colectiva en sectores no permitidos.

b. **Propósitos:** En los planteamientos que siguen se resuelve el dimensionamiento y organización de las vallas, referidas éstas a sus distintos elementos constitutivos, los cuales se definen.

En este sentido, se omite un paso previo para la ejecución de las mismas, cual es la determinación de la oportunidad del implantamiento y de las características de la demanda que influyen en su diseño.

Es decir, la presente recomendación aborda los temas que permiten resolver los siguientes problemas inmediatos a la construcción de una valla:

- La clase de valla requerida
- Si se necesita una distancia menor entre los postes
- Cuando, en situaciones especiales, se necesite un poste más largo o un tipo de base en particular
- La localización de los espacios de visibilidad
- El diseño de las puertas
- El tratamiento de superficie

Más allá de eso, el usuario de esta **recomendación** podrá advertir algunas consideraciones explícitas con respecto a otros factores, tales como el impacto estético de los dispositivos en cuestión, y podrá también detectar algunas cautelas para no producir rigideces excesivas a su diseño.

c. **Definiciones.** Para los propósitos de este acápite, se definirán los términos que se señalan a continuación:

- **Peatones:** Personas de cualquier edad, usando las calles a pie o en rodados.
- **Vallas peatonales:** Una valla de seguridad localizada fuera de la calzada, en forma tal de evitar el tráfico peatonal en alguna dirección, pero sin impedir la visibilidad de niños desde la calzada.
- **Viga superior e inferior:** Elementos longitudinales que conectan dos o más postes.
- **Viga intermedia:** Elemento longitudinal localizado entre vigas superior e inferior conectando 2 o más postes.
- **Poste:** Elemento montado en o sobre el terreno y que genera un ángulo de menos que 10° con la vertical.
- **Conector:** Aparato destinado a unir las vigas entre sí o con los postes.
- **Fijadores:** Pernos, tuercas, tornillos, golillas y similares utilizados en el armado de la estructura.

## Franjas Continuas

- Barrotes: Elementos verticales fijados entre la viga superior y la inferior o entre ésta y la intermedia.
- Puerta: Parte móvil de la valla peatonal destinada a proveer de acceso ocasional, por ejemplo, para cargar y descargar mercaderías.

*d. Geometría del conjunto*

- Construcción: Las vallas peatonales y sus componentes no presentarán cantos vivos o proyecciones que puedan causar heridas a las personas o daños a los vestidos. Tampoco deberán sonar. Toda parte dañada debe ser reemplazable sin excesiva interferencia a las secciones adyacentes en buen estado. Deben tomarse medidas para dificultar la remoción de cualquier sección por personas no autorizadas.

La distancia mínima entre la valla y la calzada es de 50 cm.

Los conectores usados deberán permitir, si fuera necesario, desviaciones horizontales y verticales entre vigas adyacentes.

Los extremos de las vallas peatonales en zonas no iluminadas deberán ser provistos de iluminación o marcas reflectantes, por razones de seguridad.

- Puertas: Cuando se necesiten puertas, éstas deberán cumplir, cuando cerradas y aseguradas, las especificaciones de la valla peatonal. Ellas no deberán diseñarse, por ningún motivo, de modo que puedan proyectarse sobre la calzada. La apertura será a través de cerraduras con llaves y deben estar provistas de un mecanismo que las mantenga abiertas cuando sean usadas. Se preferirán las que, al cerrarse, produzcan un enclavamiento automático de la cerradura.
- Alturas: La distancia vertical entre la viga superior e inferior debe ser  $900 \pm 5$  mm. Cuando se usa una viga intermedia, la distancia de ésta a la viga superior será de  $200 \pm 5$  mm.

Una vez instalada la valla peatonal, la distancia vertical entre la viga inferior y el terreno no debe exceder de 150 mm, y el alto de la valla deberá ser mayor que 1 m.

- Postes: La distancia entre los centros de dos postes adyacentes será de  $2\text{m} \pm 5$  mm, excepto cuando se indique una distancia menor en las especificaciones, esto para un propósito y lugar específico, por ejemplo, en curvas cerradas.
- Barrotes: El espacio entre la viga superior (o la intermedia, si es usada) y la viga inferior debe ser provisto de barrotes, los que pueden ser instalados por soldadura, pernos u otro medio especificado por el comprador. La separación máxima entre barrotes y entre un barrote y un poste es de 100 mm.
- Viga intermedia: La incorporación de una viga intermedia permitirá introducir una zona de visibilidad entre la viga superior e inferior, esto en las zonas en que los barrotes puedan obstruirla por lo oblicuo del ángulo de visibilidad (cerca de pasos de peatones, esquinas, etc.).

*e. Especificaciones de los componentes:*

- Componentes estructurales: Estos componentes serán construidos en acero, con los siguientes espesores mínimos:

## Postes:

Secciones cerradas	3.0 mm
Otras secciones	5.0 mm

## Vigas:

Secciones cerradas	2.5 mm
Otras secciones	2.0 mm

## Barrotes:

Secciones cerradas	2.0 mm
Otras secciones	3.0 mm

- Pernos: Los pernos serán construidos de acero inoxidable o galvanizadas, o cubiertos de un plástico adecuado.

*f. Resistencia y Carga de Diseño*

- Clases: Las vallas son clasificadas de acuerdo a las cargas de diseño que deben soportar, según se indica en la tabla 3.02.102 (7) A, y la clase corresponde a los usos sugeridos, según la clasificación siguiente:

Clase A: Sitios normales

Clase B: Similar a clase A, pero más resistente al vandalismo

Clase C: Cuando se espere cargas importantes, por ejemplo en rutas usadas por desfiles, lugares congestionados, etc.

**TABLA 3.02.102 (7) A**  
**CLASES DE VALLAS Y CARGAS DE DISEÑO**

CLASE	CARGA DE DISEÑO MINIMA					
	VIGAS	Postes en esquinas a 90°		Otros postes		BARROTES
		PARALELO	NORMAL	PARALELO	NORMAL	
A	N/m	N	N	N	N	N
B	700	700	700	700	1.400	500
C	1.400	700	700	700	1.400	1.000
		1.400	1.400	1.400	2.800	1.000

- Postes: Los distintos tipos de postes deben ser diseñados para soportar la carga concentrada mínima especificada en la Tabla 3.02.102 (7) A, con las cargas aplicadas separadamente en el extremo superior, en forma paralela y normal a la valla.
- Vigas: Estos elementos deben ser diseñados para soportar la carga mínima distribuida en la Tabla 3.02.102 (7) A, según su clase y aplicadas separadamente en las direcciones verticales y horizontales. Cuando sea apropiado, se puede considerar la resistencia de los barrotes como un marco al calcular la resistencia de las vigas.
- Barrotes: Los barrotes deben soportar las cargas mínimas dadas en la Tabla 3.02.102 (7) A, para cada clase especificada, cuando aplicadas en cualquier dirección a cada conexión con

## Franjas Continuas

- vigas y postes por separado, y a cualquier par de puntos en los barrotes que disten 125mm entre sí.
- Fundaciones: Estas deben ser ejecutadas de tal manera que ni ellas ni las uniones y soldaduras de las vallas fallen o se desconecten cuando estas últimas, diseñadas de acuerdo a lo especificado en la tabla 3.02.102 (7) A, sean solicitadas con una sobrecarga del 50% sobre los valores de esta misma tabla. Cuando los postes son ubicados directamente en el terreno, su profundidad mínima debe ser 300mm, salvo que se indique lo contrario. En todo caso, el diseño de las fundaciones debe considerar adecuadamente las cargas de servicio de la valla peatonal.
  - Cargas de prueba: Las vallas, cuando sea posible, deben ser erguidas y conectadas en tramos continuos. La resistencia de los miembros y conectores debe ser tal que, cuando se aplica una sobrecarga del 50% sobre lo indicado en la tabla 3.02.102 (7) A, el miembro o conexión no se desconecte o falle.

*g. Terminaciones*

- Tratamientos de superficie: Para el tratamiento de superficie se empleará uno de los siguientes métodos:
  - Decapado por proyección de arena o raspado, aplicándose a continuación pulverizado de zinc o aluminio o galvanizado en caliente.
  - Adicionalmente al recubrimiento metálico se podrá especificar pintura. Esta se aplicará comenzando por una capa de antioxidante adecuado, seguido de otra capa de pintura antes de aplicar la capa final.
  - Decapado por proyección de arena o raspado, seguido por dos capas de antióxido, una de pintura y una capa final.
  - Otro tipo de terminación, especificado por el comprador.
- Marcas: El fabricante deberá marcar su nombre, patentes u otro medio de identificación en los postes:
- Uniones soldadas: Cuando se emplee soldadura en la construcción de la valla peatonal el sistema de protección convenido será aplicado después de soldar o, alternativamente, las áreas soldadas serán limpiadas de los desechos de la soldadura y tratados hasta darle una proyección equivalente a la aplicada al resto de la pieza.

**(8) Parquímetros.** Estos dispositivos también obligan a considerar una banda continua de 0,5m adicional a la franja para flujo peatonal.

**(9) Mobiliario y Publicidad.** El mobiliario generalmente ocupa espacios discontinuos, por lo que sus características físicas serán descritas en el tópico siguiente. Sin embargo, cabe mencionar que algunos elementos de este tipo, tales como bancos y macetas, suelen disponerse en forma continua. Si ésta es la idea, debe ajustarse la sección a las exigencias especiales que ellos imponen, aunque por lo general su ubicación quedará supeditada a la disponibilidad de espacio que resulte de la composición de los demás elementos.

Algo similar ocurre con la presencia de elementos publicitarios en forma sistemática (franjas destinadas a alguna forma de exhibición). Esto no es frecuente, por lo cual aquí sólo será mencionada como una alternativa que debe ser analizada como tal en el contexto mucho más amplio en que el problema se inserta.

En el párrafo 3.02.205 se dan algunas pautas con respecto al problema, pero considerando que los elementos publicitarios ocupan espacios discontinuos.

### 3.02.2 ESPACIOS DISCONTINUOS

Dentro de las zonas peatonales hay espacios que son ocupados por elementos aislados o para funciones esporádicas. En el presente párrafo se darán algunas indicaciones relativas a cómo estos espacios afectan las dimensiones de dichas zonas.

**3.02.201 Espacios para Detenciones.** Los peatones no siempre se encuentran en movimiento. Cuando se detienen pueden afectar seriamente la circulación si no se estudian los espacios requeridos para ello. Las paradas más frecuentes se producen:

**(1) En Paradas de Locomoción Colectiva.** El ancho mínimo de una vereda frente a una de tales paradas debe ser de 3 metros, considerando los 2 metros mínimos para flujo peatonal, y 1 metro para acoger una hilera de peatones.

En los casos en que se prevea una cantidad importante de esperas simultáneas, debe dimensionarse el espacio suponiendo una densidad máxima de 1,5 peatones  $m^2$ , sobre una longitud que depende del sistema de parada de los buses: si es diferido y las líneas que se detienen son pocas, ésta cae en el rango comprendido entre 6 y 10m. Si en un paradero pueden detenerse muchas líneas con una gran cantidad de buses, el público acomodará su espera a lo largo de una distancia de hasta 20 o más metros. Esta última es una situación que hay que intentar evitar, recurriendo donde se pueda al sistema de paradas diferidas.

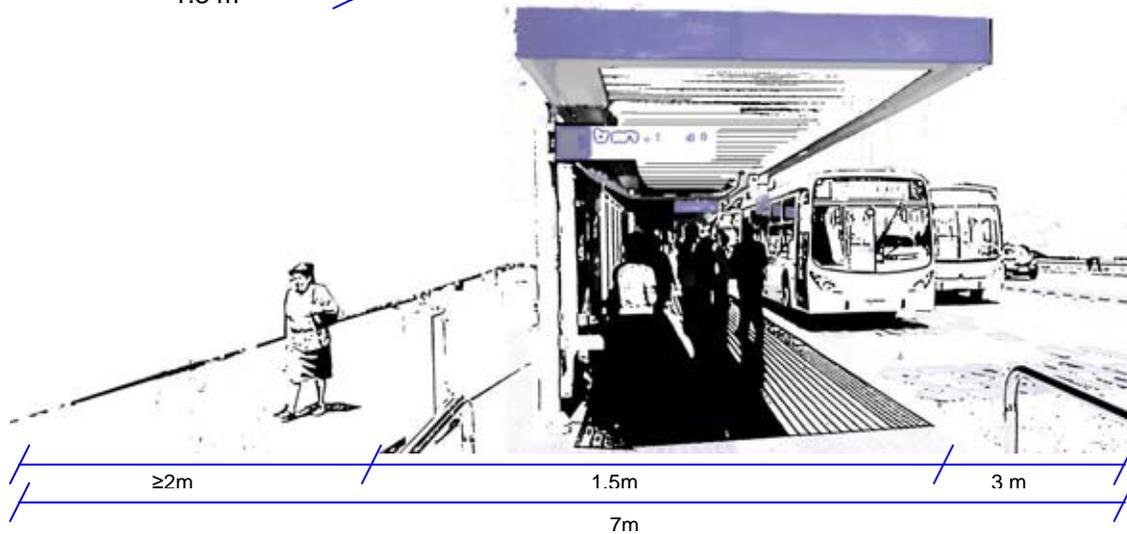
Si se planea la construcción de refugios en la acera, debe agregarse, a los 2m mínimos para flujos, otros dos metros: 0,5m entre el refugio y la solera y 1,5m correspondientes al ancho mínimo cubierto por el techo del refugio.

La longitud del refugio, o el número de ellos, se determina suponiendo una densidad máxima de 1,5 peatones  $/m^2$  en las horas punta.

Si la parada de bus se efectúa en un paradero especialmente dispuesto para que el vehículo salga de la pista por la que circula, el ancho mínimo de la vereda fuera de la zona misma de parada será los cuatro metros anteriores más 3 metros correspondientes a la pista adicional que penetra en la vereda. Véase figura (I) de la lámina 3.02.201 (1) A.

**(2) Frente a Cruces de Calzada.** Conviene ensanchar, si es posible, los puntos donde los peatones esperan cruzar la calzada, con el fin de evitar que la acumulación de éstos dificulte la circulación de los que pasan con otros destinos. El criterio para hacer esto será proveer áreas suficientes como para que la densidad en el momento de dicha acumulación no supere los 1,5 peatones  $/m^2$

Espacios Discontinuos



Las Zonas Peatonales

Estos ensanches son fáciles de hacer cuando existen áreas de estacionamiento, ya que la supresión de estos últimos en las proximidades del cruce permite disponer de espacio adicional.

**(3) Frente a Lugares de Espectáculos.** Lo mismo se puede decir de este caso que del anterior, aunque inevitablemente este tipo de situación, que por lo general produce puntas muy acusadas, no puede ser abordado con el criterio de proveer superficies suficientes para un flujo a densidades normales.

Un estudio serio de las áreas en cuestión implica estudiar las condiciones generales de salida de un recinto, determinadas principalmente por la configuración del interior del mismo hasta el punto de evacuación.

El término “evacuación” se usa aquí explícitamente para acentuar el papel fundamental que juega, en el diseño de dichos interiores y salidas, el factor seguridad, que impone pautas que el proyectista vial urbano no debe contradecir con las condiciones que imponga a una vereda. La medida de prohibir el estacionamiento frente a este tipo de lugares, especialmente cuando ellos están situados en calles estrechas, se justifica precisamente porque ello facilita la evacuación de los mismos en ocasiones de emergencia.

En cualquier caso, la provisión de espacios adicionales en estos puntos también es un asunto que debe ser considerado en el proyecto del inmueble correspondiente.

#### **(4) Frente a Escuelas.**

Al igual que en el caso de los lugares para espectáculos, los espacios destinados a estas detenciones deben ser considerados en los diseños de los establecimientos mismos más que en el de la plataforma vial. Cuando tal cosa no sea posible, por tratarse de edificaciones antiguas o habilitadas para tales fines, el diseñador debe buscar la posibilidad de cambiar los accesos al establecimiento, prefiriendo situarlos sobre calles secundarias, proveer pasos a desnivel y/o utilizar barreras, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad del alumnado.

#### **3.02.202 Terrazas.**

Llamaremos terrazas a los espacios utilizados como prolongación de ciertos locales hacia las zonas peatonales; específicamente restaurantes, los cuales pueden obtener autorización de sus municipalidades para instalar mesas en las zonas peatonales en general, ya sea todos los días o los días no laborales solamente.

Para estos casos, se recomienda que la franja de circulación peatonal libre tenga un ancho mínimo de 2.0 m y su ancho de diseño debe calcularse en función de lo establecido en el acápite 2.02.502.(1)

**3.02.203 Publicidad.**

El efecto de la publicidad visual, en términos de la seguridad de los usuarios de la vía pública, es discutible. En este sentido, sería deseable que no existiese en ella ningún objeto que pueda aumentar los riesgos de colisión, en el caso de maniobras accidentales; que pueda obstaculizar la visión que el conductor y los peatones necesitan tener de la plataforma vial y de su señalización, o que pueda eventualmente distraer la atención que ellos deben prestar a sus funciones como usuarios de dicha vialidad.

En atención a esto, es necesario evitar la aparición de elementos de publicidad sobre la calzada y alejarla de sus extremos (soleras) un mínimo de 2,5 metros si ella está orientada según un eje visual perpendicular al eje de la vía, y otro mínimo de 4 metros si lo está según un eje visual no perpendicular a dicho eje.

**3.02.3 DISPOSITIVOS ESPECIALES**

Se consideran dispositivos especiales a una serie de elementos para uso peatonal que pueden aparecer en cualquiera de las zonas peatonales descritas anteriormente, como es el caso de una escalera o una rampa, o que pueden constituir un elemento aislado, como es el caso de los pasos a distinto nivel.

**3.02.301 Pasos Peatonales a Distinto Nivel.** Este tipo de paso es necesario cuando el tráfico de peatones y vehículos es elevado o cuando la calle que se debe cruzar supone riesgos debido a velocidades de circulación altas o a calzadas amplias.

Un paso de estas características brinda una gran seguridad a sus usuarios y facilita la operación de los vehículos, pero generalmente su uso es eludido por los peatones cuando la posibilidad de cruzar a nivel existe.

Esta tendencia del peatón medio se puede explicar comparando el tiempo empleado, la distancia recorrida y la energía consumida por él según el tipo de cruce. En la tabla 3.02.301 A se dan valores medios de estas variables para el caso del cruce de una calzada con cuatro pistas.

**TABLA 3.02.301 A  
COMPARACION DE ENERGIA NECESARIA PARA RECORRER PASOS A  
NIVEL Y A DESNIVEL**

TIPO DE PASO	LARGO DEL RECORRIDO	DURACION DEL RECORRIDO	ENERGIA GASTADA
A NIVEL	25m	20s	1,2 kcal
INFERIOR	55m	55s	7,0 kcal
SUPERIOR	65m	70s	11,0 kcal

Además, sucede que la necesidad de proveer rampas de acceso para impedidos o para personas con coches infantiles implica la ocupación de superficies mayores y de manera generalmente antiestética en el caso del paso superior, y peligrosa y desaseada en el caso del paso inferior.

**(1) Pasos Inferiores.** El ancho mínimo es de 3 metros, siendo recomendable mantenerse entre 4 y 6 metros. El dimensionamiento exacto se determina siguiendo el mismo criterio expuesto para las franjas continuas para flujo peatonal en zonas peatonales, en el acápite 2.02.502 (1).

El volumen atendido a las horas punta puede ser de 3.000 peatones / hora / metro de ancho, considerando una densidad de 1 peatón /m<sup>2</sup> y una velocidad de 5 km/h.

La altura mínima es de 2,5m.

Los pasos inferiores deben ser bien iluminados, con paredes lisas y lavables, sin recodos que favorezcan los asaltos y en lo posible complementados con establecimientos que favorezcan la seguridad en la utilización del paso inferior.

**(2) Pasos Superiores.** Tienen la ventaja de ser más fáciles y baratos de construir que los inferiores, aumentando su conveniencia en la medida que su largo crece.

Un paso superior debe respetar el gálibo vertical (4,5m) de la(s) vía(s) que pasa(n) bajo él.

Se dimensionan igual que los pasos inferiores, debiendo tener un ancho mínimo de 2,5m.

El pavimento debe ser antideslizante y deben contemplarse barandas altas (1,2 – 2m). La experiencia ha demostrado que es imprescindible que estos pasos superiores estén totalmente cubiertos con una malla metálica para evitar el lanzamiento de objetos a la vía.

**3.02.302 Accesos.** Los accesos a los pasos inferiores y superiores pueden ejecutarse mediante escaleras, rampas escalonadas, rampas o escaleras mecánicas.

La **acera**, cuando existe alguno de estos elementos, debe tener un ancho mínimo de 4 metros, como se observa en la figura I de la lámina 3.02.302 A. Conviene situar el acceso en el lado próximo a la calzada, por razones de economía principalmente, salvo que alguna consideración de otra índole obligue a desplazarlo hacia el interior. Rara vez será conveniente ubicarlo en el centro, y en tal caso debe existir, a cada lado de él, un espacio peatonal de al menos 2 metros de ancho.

En la figura II de la lámina citada se describen los rangos de las pendientes de los accesos dentro de los cuales los distintos tipos de dispositivos son recomendables. Se observa que las escaleras son ventajosas porque permiten un mejor aprovechamiento del espacio, pero no son adecuadas para sillas de ruedas ni coches de niño.

La tabla 3.02.302 A, que cierra este párrafo, contiene una recapitulación de los valores descritos a continuación.

**(1) Escaleras.** La huella (H) y la contra huella (C) se determinan con la fórmula  $2C + H = 62$  cm, eligiendo un par de valores (H,C) entre los rangos siguientes:

$$14 \text{ cm} \leq C \leq 17 \text{ cm} \quad \text{y} \quad 28 \text{ cm} \leq H \leq 34 \text{ cm}$$

Si se tienen más de 15 escalones seguidos, es preciso intercalar en el medio de la escalera un descanso de 1,5 metros de huella.

## Dispositivos Especiales

El ancho mínimo de una escalera es de 1 metro si funciona en un sentido y de 2 en el otro caso.

Debe considerarse una oferta de 25 a 40 peatones / minuto / metro de ancho. Los valores más bajos reflejan mejor la situación en escaleras que tiene más recodos.

**(2) Rampas Escalonadas.** La ventaja de las rampas es que pueden ser usadas por coches de niños. Se adaptan a pendientes entre el 15% y el 40%. La huella puede tener las inclinaciones correspondientes a las rampas y las contrahuellas permitirán pendientes mayores como las descritas. Las relaciones entre unas y otras serán:

$$2C + H = 90 \text{ cm} \quad H \geq 60 \text{ cm}$$

El ancho mínimo de tales rampas es de 2 metros.

**(3) Rampas.** Estos dispositivos permiten la circulación de todo tipo de peatones, incluidos aquellos que deben hacer uso de sillas de ruedas, para lo cual sus pendientes deben estar comprendidas entre el 5% y el 15%. Es recomendable aumentar su ancho mínimo (2m), siempre que se pueda, a 2,5m.

El ancho necesario se determina con el mismo método descrito en 2.02.502 (1), pero considerando:

$$l = \frac{F \text{ (peatones / s)}}{d \text{ (peatones / m}^2\text{) } \times v \text{ (m/s) } \times (1 - i/100)}$$

l = ancho de la banda  
 F = volumen del flujo peatonal  
 i = pendiente de la rampa  
 d = densidad del flujo  
 v = velocidad del flujo

**(4) Escaleras Mecánicas.** Permiten evitar a los peatones los esfuerzos de subir y bajar a y desde los distintos pasos, haciendo a estos últimos más efectivos.

Al poder adaptarse a pendientes de hasta 70% resultan más fáciles de adaptar en espacios restringidos.

Existen condicionamientos que deben ser resueltos en el caso de su implantación: los costos de instalación y mantenimiento, el recelo que producen en ciertas personas no acostumbradas o mayores de edad, el que no sirvan para transportar sillas de ruedas y el que deba suministrarse una escalera normal como alternativa para los momentos en que el dispositivo esté en reparaciones.

Para un ancho de 1m y una velocidad de 0,5 m/s, una escalera de este tipo transporta aproximadamente 60 peatones / min.

Los valores exactos los debe suministrar el fabricante.

**TABLA 3.02.302 A**  
**CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE ACCESO**

ELEMENTO	PENDIENTE	ANCHO (MINIMO)	OFERTA	OBSERVACIONES
ESCALERA	40% -- 60%	(1m) (unidireccional)  (2m) (bidireccional)	25 – 40 peatones / m / min.	No accesible a coches ni sillas de ruedas.  Descanso para más de 15 escalones.
RAMPA ESCALONADA	15% -- 40%	(2m)	40 – 60 peatones / m / min.	Accesible a coches de niños.
RAMPAS	5% -- 15%	(2m)	$F = dv(1 - \frac{i}{100})$	F = Flujo d = densidad v = velocidad i = pendiente Accesible a todos
ESCALERAS MECANICAS	58% -- 70%	0,6m	60 peatones / m / min.	Debe existir escalera alternativa.

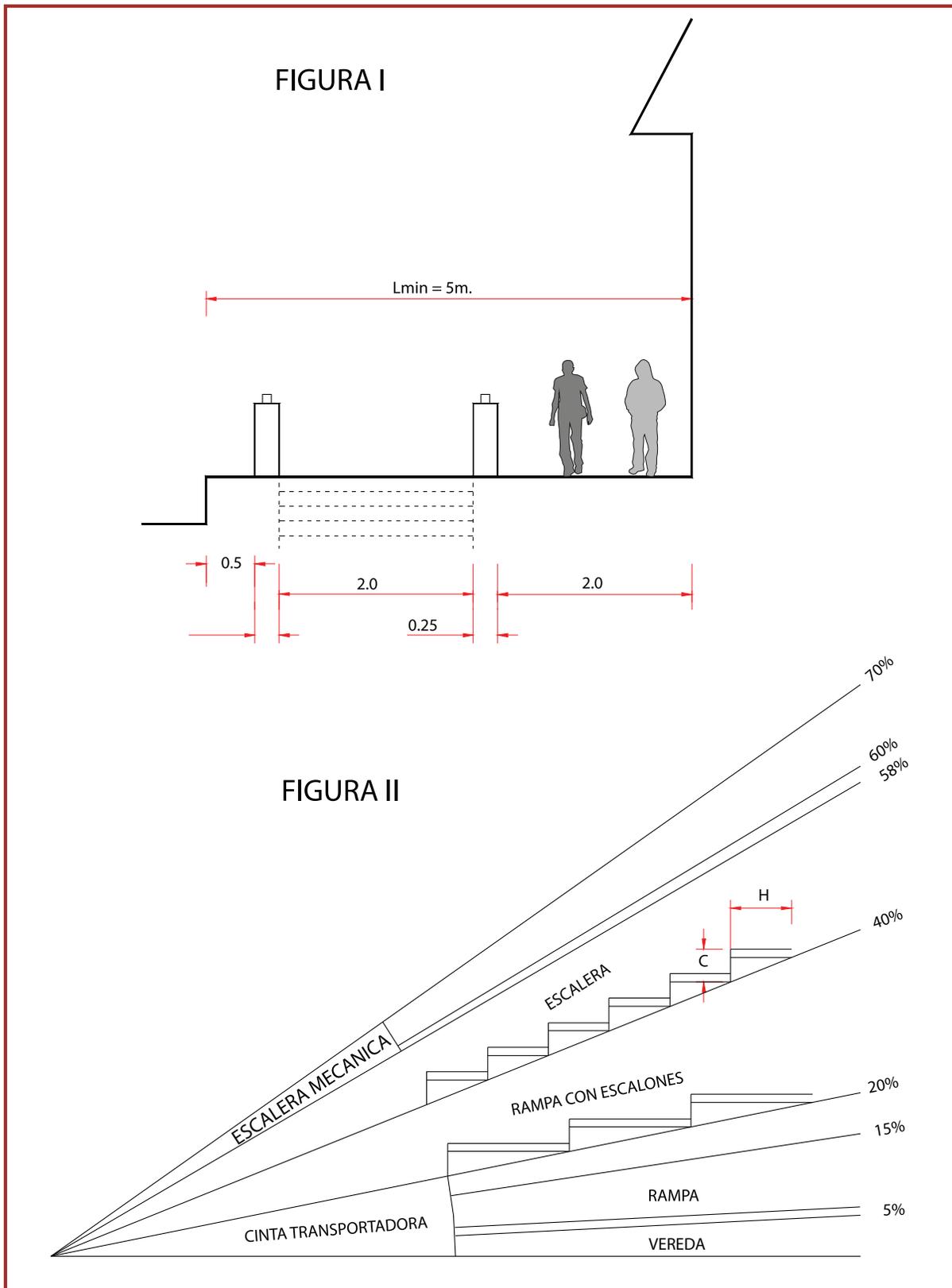
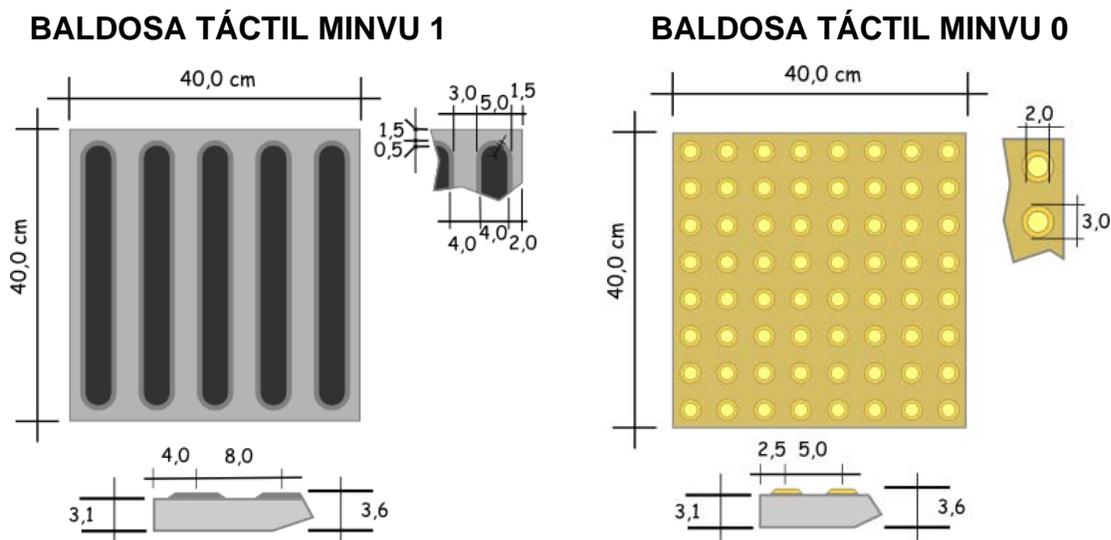


Fig 3.02.302 A

**(5) Huella Táctil:** Corresponden a superficies poco táctiles diseñadas para ser leídas con el pie, posibilitando el armado de circuitos urbanos para el desplazamiento de personas ciegas y con baja visión en base a dos códigos: uno de franjas longitudinales orientada en la dirección del movimiento que indica condiciones de avance seguro y otro de pequeñas formas cónicas dispuestas en cuadrícula que funcionan como aviso de alerta, avance con precaución o, en términos generales, interrupción de la condición de avance seguro.

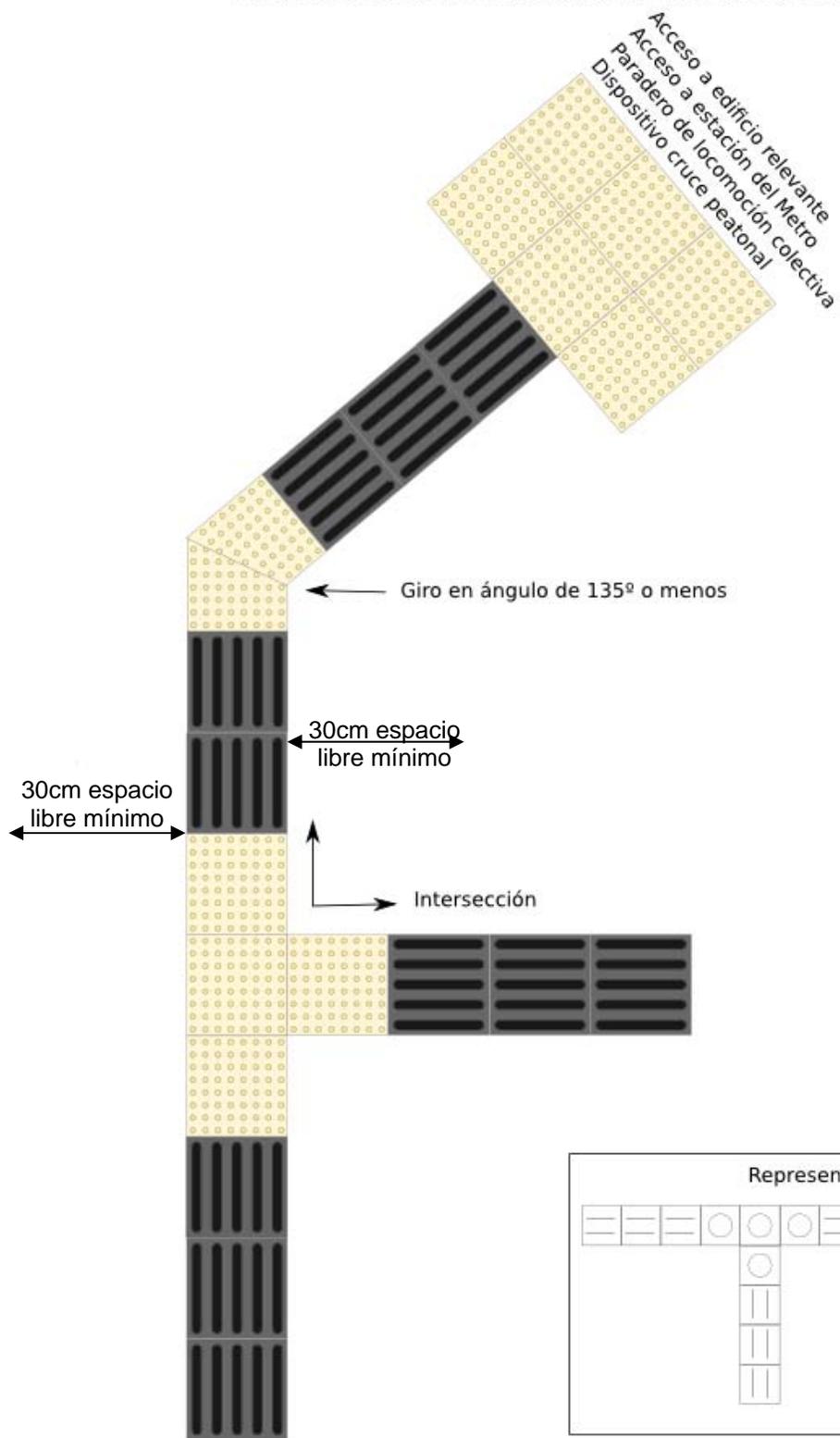
Estas superficies se crean mediante el uso de baldosas táctiles denominadas **MINVU 1**, como la de avance, y **MINVU 0**, como detención, y se grafican en el esquema 3.02.302(5)A.

La configuración básica de este circuito urbano se grafica en el esquema 3.02.302(5)B, es importante considerar un color contrastante entre las baldosas, como ayuda adicional para las personas con baja visión.



Esquema 3.02.302(5)A

CONFIGURACIÓN BÁSICA DE LA HUELLA TÁCTIL



Las Zonas Peatonales

Esquema 3.02.302(5)B



## CAPITULO 4 LAS ZONAS MIXTAS

Las zona mixtas de la plataforma vial son aquellas que pueden ser usadas por peatones y vehículos. Los pasajes, calles vereda y eventualmente los bandejones son casos en que unos y otros coexisten sobre las superficies así definidas, y los cruces de calzada y las entradas de vehículos constituyen el caso de ocupaciones de un espacio común en momentos distintos.

## SECCION 4.01 PASAJES Y CALLES VEREDA

## 4.01.1 ASPECTOS GENERALES

Estos dispositivos permiten al peatón utilizar toda la sección de la calle, sin impedir totalmente el flujo vehicular, pero limitándolo drásticamente a partir de la imposición de una velocidad compatible con la seguridad de los transeúntes.

Esta velocidad debe ser, en el caso de calles – veredas comerciales con flujos importantes de peatones, aproximadamente la misma de éstos, pudiendo aumentar en aquellas otras que tengan características residenciales y en los pasajes.

Considerando la ocurrencia de conflictos en su interior, debido a la velocidad de circulación de los eventuales flujos de paso, es conveniente describir soluciones que mitiguen ese impacto negativo.

Los pasajes están destinados a la circulación de peatones y al tránsito eventual de vehículos. Su longitud máxima entre vías de circulación vehicular permanente es de 200 m, o de 100 m cuando sólo tienen acceso a una de ellas.

Consultan un ancho de al menos 8 m entre líneas oficiales, con una faja pavimentada de un ancho no inferior a 3,5 m y antejardines de al menos 2 m de ancho, salvo cuando tienen un ancho de 10 m o más entre líneas oficiales.

Su particularidad consiste en que la sección tipo de las mismas, con su ancho total de 8,0 m entre líneas oficiales, no consulta diferenciación para vehículos y peatones. En este sentido, son similares a las calles vereda, pero se diferencian de éstas en sus menores pretensiones como elementos urbanos.

Los pasajes sin salida consultarán, en el extremo opuesto a su empalme con la vía, un área pavimentada que permite el giro de vehículos livianos. Cuando su longitud sea inferior a 50 m tendrán un ancho no menor a 6 m entre líneas oficiales con una faja pavimentada de al menos 3 m.

En efecto, el ancho de plataforma no permite sino una disposición simple de su planta, cumpliendo de la manera más inmediata su objetivo único de servir de acceso a la propiedad en urbanizaciones de bajo costo.

En los pasajes, como en todo dispositivo vial, es deseable la arborización, pero en este caso ella debe ser situada de tal modo de dividir el ancho en forma continua, dejando una franja mínima de cuatro metros libres para circulación vehicular, y suficiente espacio entre cada árbol (mínimo 15m) para permitir eventuales estacionamiento y maniobras de carga y descarga entre ellos. En el caso de pasajes cuyo ancho sea menor a 8 m, no se recomienda aumentar la arborización.

A continuación, esta sección se referirá exclusivamente a las calles vereda, que también constituyen una particularidad de las vías locales, pero que tienen dimensiones mayores y que pretenden alterar contundentemente el concepto tradicional de la vialidad.

Esta mayor amplitud, sin embargo, no debe significar la posibilidad de velocidades que contradigan su espíritu. Para ello, estas vías deben presentar recorridos sinuosos entre espacios discontinuos inaccesibles para los vehículos (plantaciones, estacionamientos, mobiliario, etc.), y/u obstáculos en el perfil longitudinal (lomos) que resulten insalvables a velocidades superiores a las deseadas.

La inexistencia de un pavimento diferenciado para unos y otros usuarios completa un ambiente en el cual el vehículo aparece como un intruso que debe someterse al arbitrio peatonal.

Estos esquemas son aplicables principalmente a pequeños recorridos comerciales, cuando existen alternativas razonables para los flujos que operarían con un trazado convencional y que resultan deprimidos por el nuevo, y muy especialmente a calles residenciales, en las cuales el servicio no se ve tan deteriorado, ya que la demanda es escasa y suele tener alternativas fáciles.

En el primer caso, los beneficios son de la misma índole que los obtenidos con el diseño de calles peatonales (3.01.2), o sea, ambientales y con una fuerte componente económica, traducida en el alza del valor de la propiedad. En el segundo caso, los beneficios se producen principalmente en lo ambiental, derivado del agrado de un mejor diseño, tanto desde el punto de vista estético como social (véase Sección 2.01).

Estos beneficios pueden ser considerados y/o demostrados superiores a los costos de transformación más el alza del costo de operación de los vehículos perjudicados.

En 3.01.4 se hizo referencia al caso de las calles adyacentes a una plaza, que puede ser un buen ejemplo de una situación del tipo comercial.

Para el diseño de estos dispositivos es válido lo dicho para calles peatonales (3.02.101) en lo relativo al cálculo de bandas continuas para peatones. Sin embargo, hay que hacer consideraciones especiales derivadas de la existencia de flujos vehiculares no exclusivamente de emergencia, los cuales requieren anchos mínimos para las maniobras autorizadas: avanzar y eventualmente cruzarse a la velocidad de diseño, girar en distintos ángulos para entrar a

## Recomendaciones para el Diseño de Calles Vereda

recintos o para descargar, y estacionar. Además hay que considerar posibles detenciones accidentales en un punto de dicha banda continua: debe quedar, ya sea en ella misma o en otro punto de la misma sección, una huelga mínima para servir, al menos, al tránsito peatonal (2m o más, según los volúmenes involucrados, que también pueden ser utilizados por los demás vehículos).

Por último si la calle – vereda no tiene salida, es preciso contemplar las maniobras de giro en “U”.

En los párrafos siguientes se dan algunas indicaciones concretas para el diseño de las franjas continuas de calles vereda, que incidirán en el de los espacios discontinuos según el criterio paisajístico utilizado.

### 4.01.2 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE CALLES VEREDA

- Los límites de la calle vereda deben ser fácilmente distinguibles y la apariencia general de las mismas debe contrastar notoriamente con la vialidad que accede a ella.
- No se debe diferenciar las superficies de uso peatonal y vehicular.
- En el caso de calles vereda comerciales, se debe preferir los trazados de un solo sentido.
- Los espacios para estacionamiento deben quedar claramente demarcados y no obstruir los flujos.
- Debe estudiarse el espacio entre las superficies para flujos y cualquier área adyacente (accesos a casas, garages, estacionamientos, etc.) considerando el aspecto visibilidad entre peatones y vehículos.
- Donde se prevea la existencia de niños (calles residenciales) se debe extremar las medidas conducentes a la limitación de los flujos y velocidades.
- La iluminación debe ser suficiente como para ver los obstáculos existentes, especialmente los eventuales lomos, y para que los peatones se distingan entre sí.
- El diseño de estos dispositivos debe incluir facilidades para el desplazamiento de ancianos, ciegos y minusválidos en general.
- Para calles veredas cuya longitud sea superior a 200 m, se podría considerar un trazado sinuoso en planta por motivos de seguridad y para asegurar velocidades de operación menores a 20km/h.

### 4.01.3 VEHICULOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE CALLES-VEREDA

Si en la composición de los flujos de una calle se espera la presencia obligada de vehículos como los descritos en la lámina 2.02.402 B, difícilmente será aplicable un diseño de esta naturaleza.

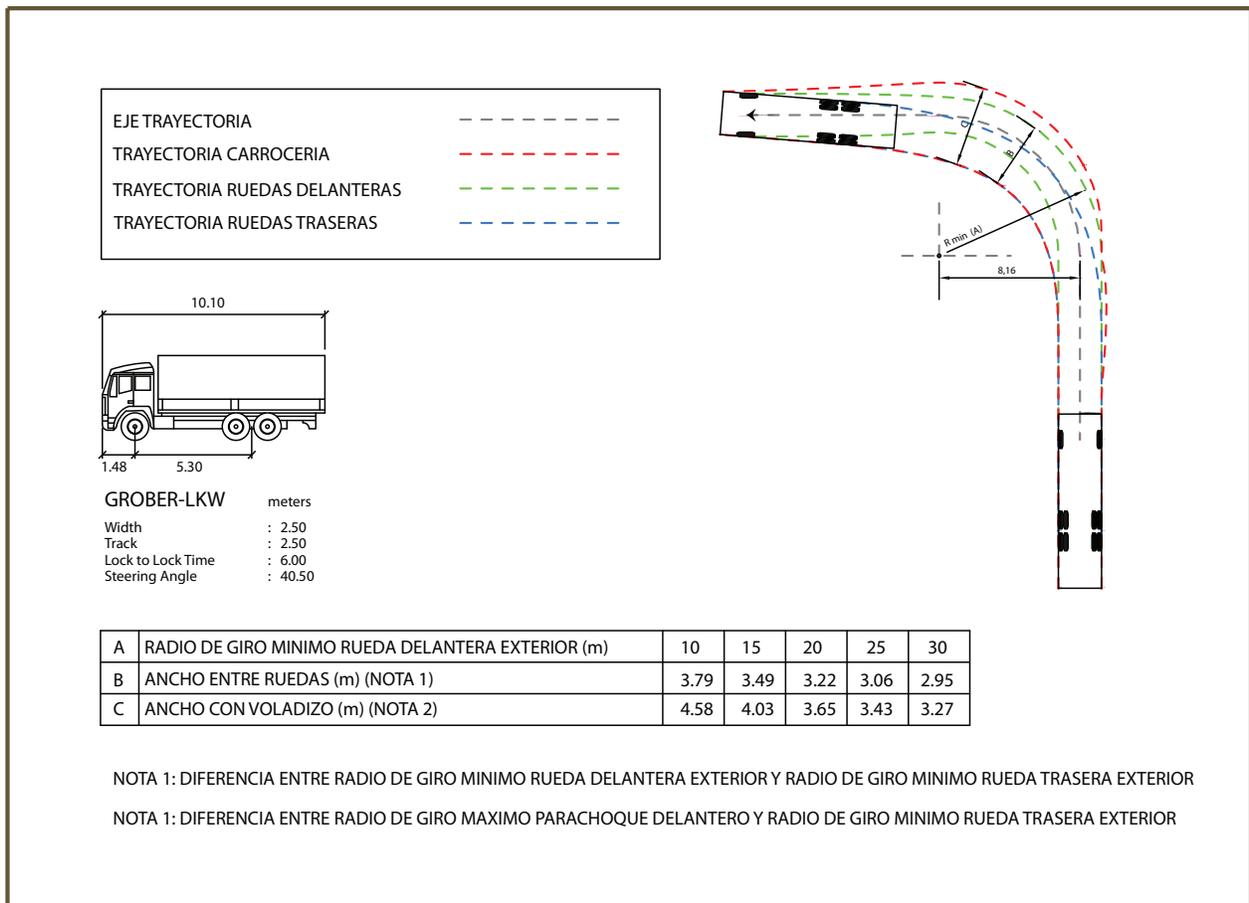
En realidad, el vehículo más grande que debe razonablemente considerarse para los efectos del proyecto es un camión de mudanzas, no tipificado en las normas chilenas. La experiencia inglesa ha sido recogida en este terreno y en la lámina 4.01.3 A se presentan un camión de mudanzas tipo y un vehículo particular, con las características de sus operaciones de giro en ángulo recto.

Para los fines de diseño de pavimentos, se puede asignar a este camión las cargas por eje máximas consultadas en dicho manual, que en este caso corresponden a 11 y 7 toneladas en el eje trasero (simple de 4 ruedas) y en el eje delantero (simple de 2 ruedas) respectivamente (110 kN y 70 kN en unidades S.I.).

**4.01.4 MANIOBRAS DEL VEHICULO TIPO MAXIMO PARA CALLES – VEREDAS**

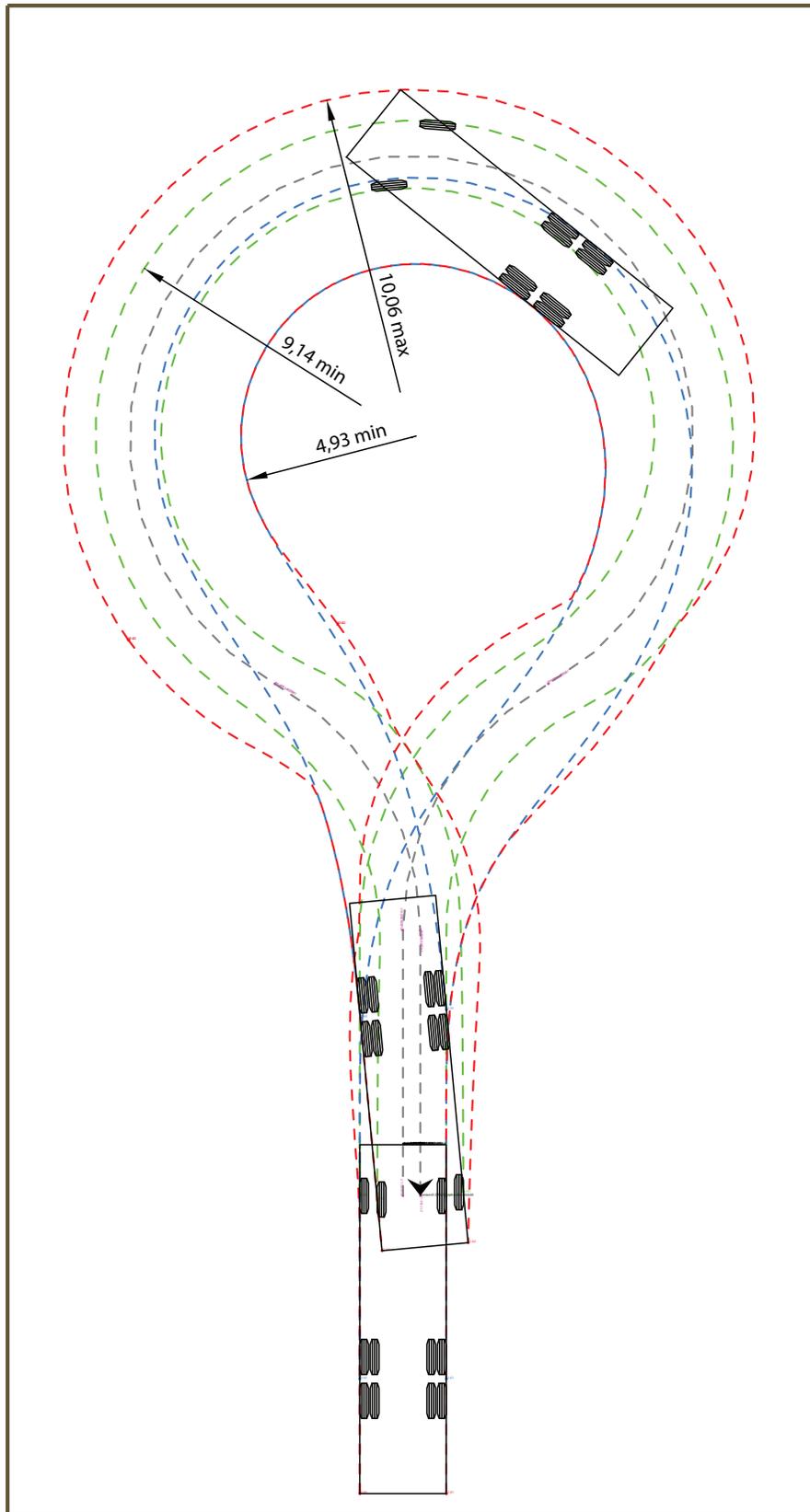
En las láminas 4.01.4 A, B, C, D, E y F, se presenta la geometría de las maniobras más frecuentes y posibles de un camión de esta naturaleza. Todas las dimensiones de las mismas son las mínimas para completar dichas maniobras, por lo que se debe añadir las huelgas que se estimen necesarias según el tipo de obstáculos que las acoten (Tabla 4.01.5 A).

En la Tabla 4.01.4 A se dan los valores máximos de los anchos ocupados por un vehículo de mudanzas tipo, en función del radio de curvatura que describe su rueda delantera exterior, con y sin considerar el voladizo delantero.

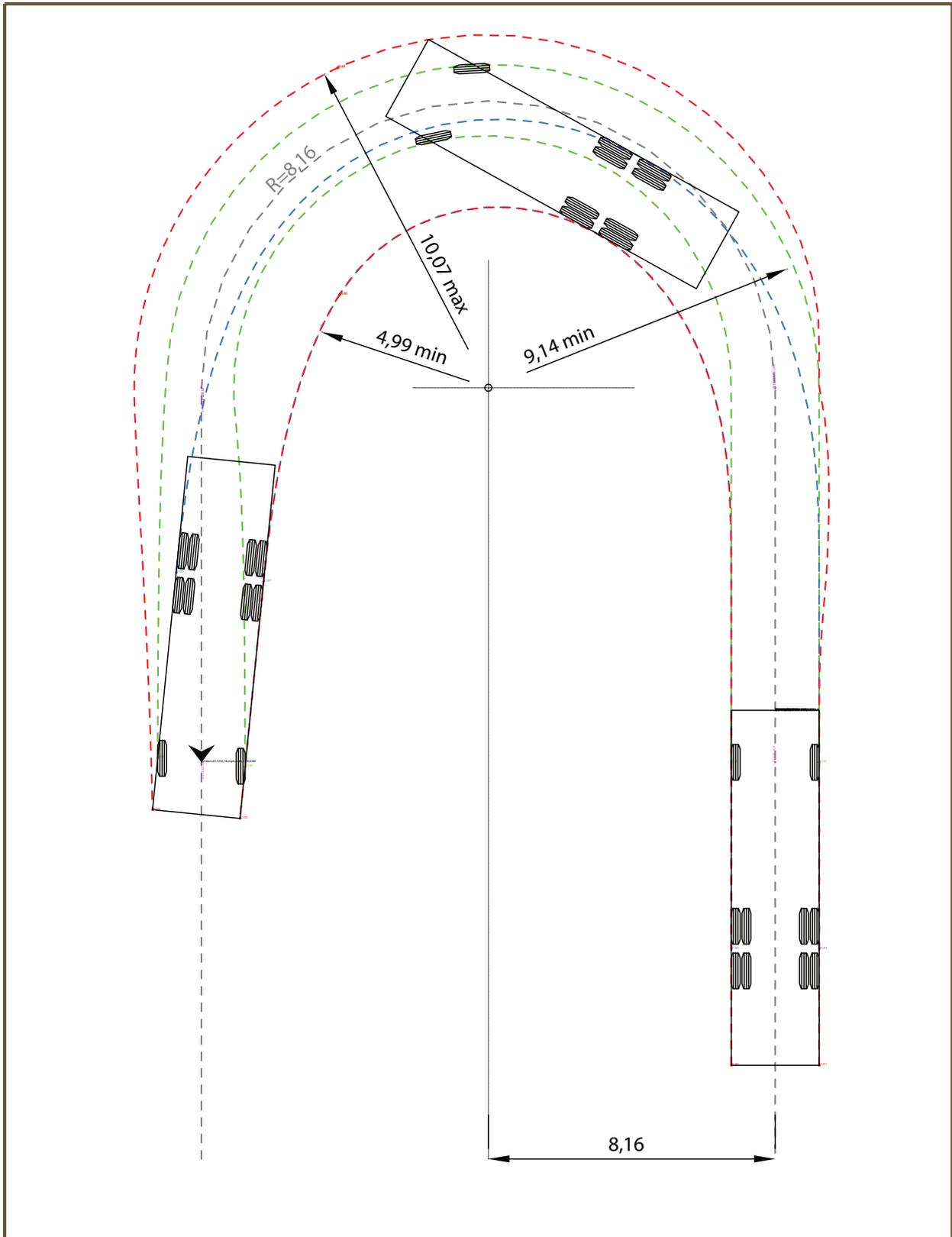


4.01.3A Vehículos Tipo para Calles-Vereda  
 FUENTE: SERVIU Metropolitano

Maniobras del Vehículo Tipo Máximo para Calles - Veredas

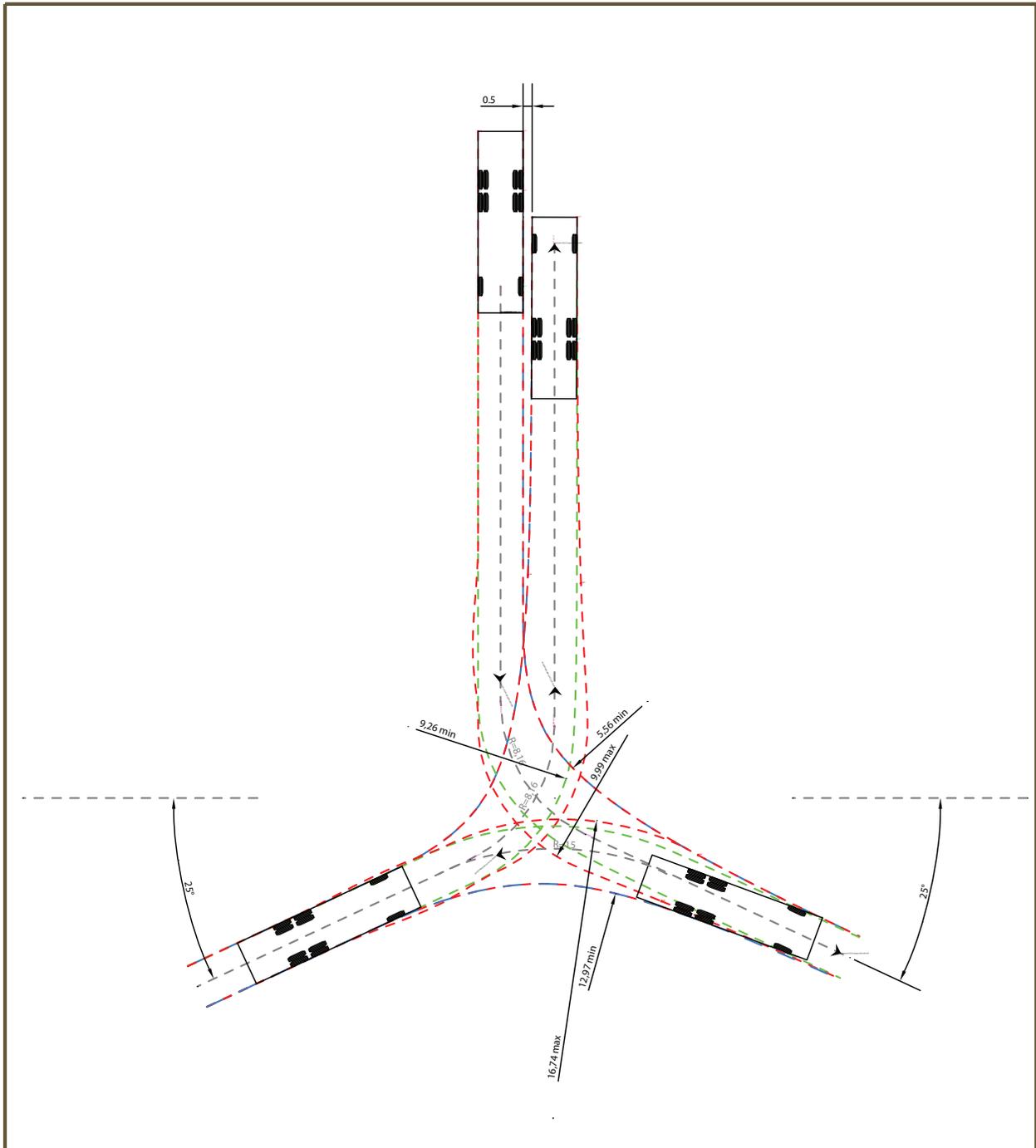


4.01.4A Giro en "U"; Camión de Mudanza; 360°



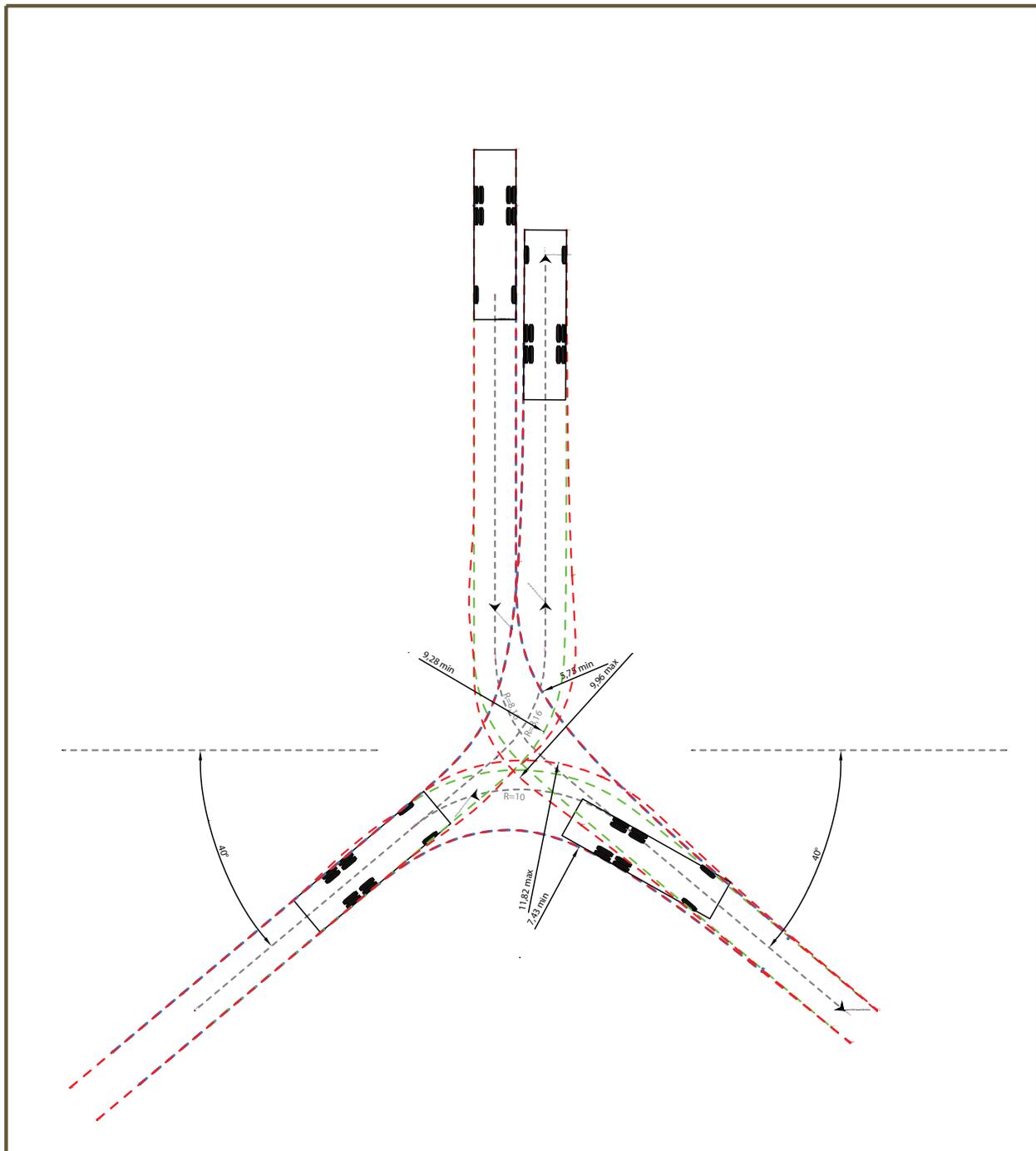
4.01.4B Giro en "U"; Camión de Mudanzas

Maniobras del Vehículo Tipo Máximo para Calles - Veredas



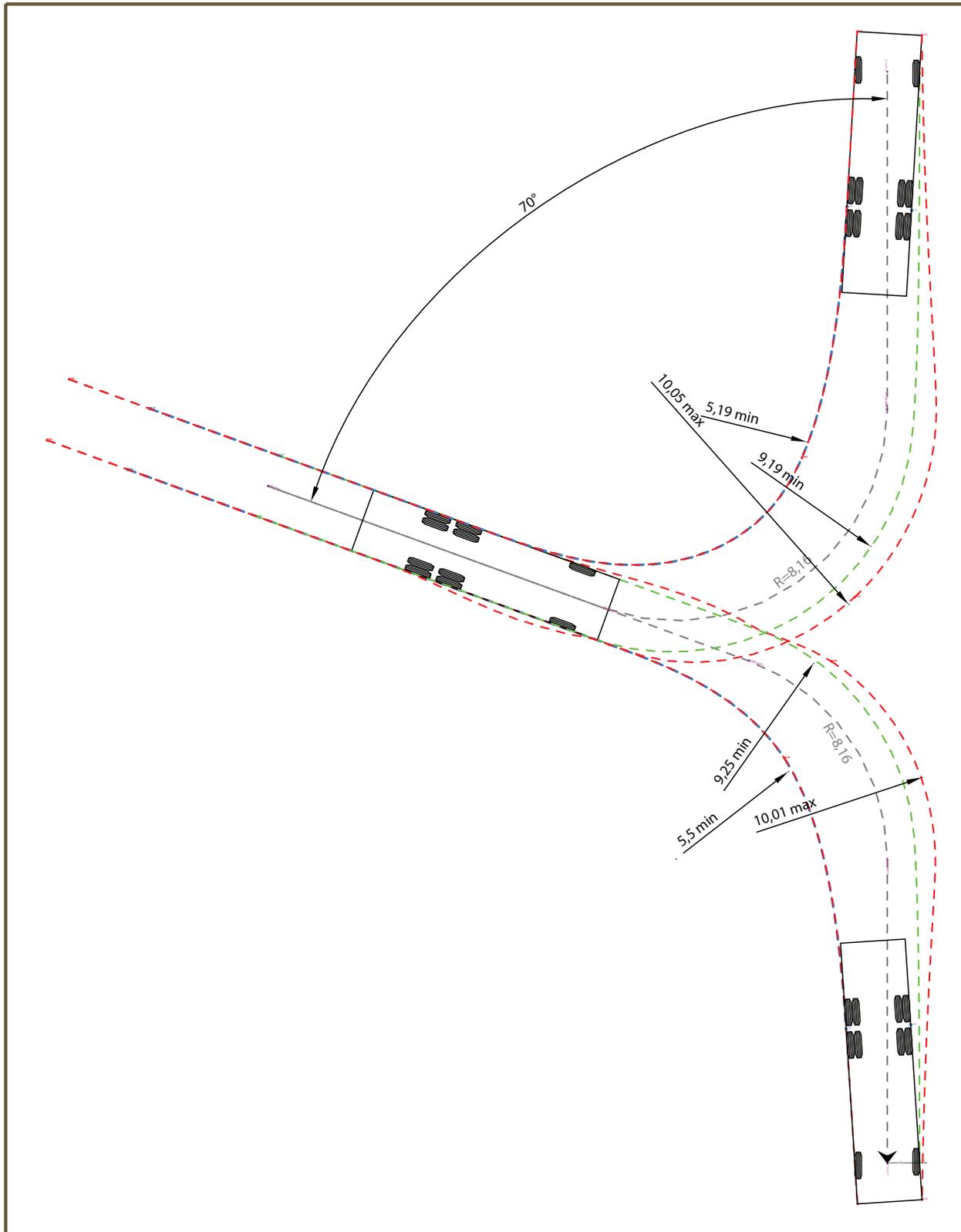
4.01.4C Giro en "U", Camión de Mudanzas; en "T"

Las Zonas Mixtas



4.01.4D Giro en "U": Camión de Mudanzas; en "Y" , Delante Izquierda

Maniobras del Vehículo Tipo Máximo para Calles - Veredas



4.01.4E Giro en "U": Camión de Mudanzas; Atrás Izquierda

Las Zonas Mixtas

#### 4.01.5 PLANTA DE LAS BANDAS CONTINUAS

Las bandas continuas que es más importante considerar en las calles-veredas son aquellas para flujos peatonales y vehiculares. A ellas habrá que agregar, componiéndolas adecuadamente, cualquier otra franja de esta naturaleza que resulte en cada caso (iluminación, árboles, frente a vitrinas, mobiliario), las cuales han sido tratadas en la sección anterior.

Generalmente, y sobre todo en las zonas residenciales, el ancho de una banda útil a las maniobras de los vehículos es más que suficiente para atender los flujos peatonales, por lo que el método descrito en 2.02.502 (1) sólo se debe aplicar para comprobar si en las secciones críticas del diseño en planta, en el momento del paso de un vehículo, el espacio que quede libre es suficiente para el paso de peatones, considerando densidades máximas (1 – 1,5 peatones / m<sup>2</sup>).

La banda continua que se debe diseñar, entonces, es la que permita las maniobras del vehículo de mudanza descrito.

Este vehículo requiere un ancho de pista de 5 metros para maniobras de giro que no excedan los 100° dentro de un anillo de radio interior de 6 metros. Si el radio interior es mayor, el ancho de pista necesario será menor, aplicándose en tales casos los valores de la Tabla 4.01.4 A para determinar el ancho mínimo de la franja, redondeando al medio metro superior. En todos los casos se debe agregar las huelgas que se tabulan a continuación.

**TABLA 4.01.5 A**  
**HUELGAS LATERALES DE BANDAS VEHICULARES EN CALLES – VEREDAS**

TIPO DE OBSTACULO	LINEA DE PROP. PRIVADA	SÓLIDO: ACCESORIOS, MOBILIARIO, ETC.	BLANDOS: SETOS, CESPED, ETC.
HUELGA MINIMA	1.0m	0.5m	0.0m
HUELGA DESEABLE	2.0m	1.0m	0.5m

En la figura I de la lámina 4.01.5 A aparece un elemento de trazado en planta para una banda continua, consistente en una "S" que queda configurada por dos tramos anulares sucesivos con un desarrollo angular  $\theta$  cada uno, con radios interiores y exteriores  $r$  y  $R$  respectivamente iguales, separados por una recta de longitud variable  $L_r$ .

En dicha lámina aparece una expresión para la dimensión  $B$ , que corresponde al ancho de la franja dentro de la cual oscilará una sucesión de elementos como el descrito. El ancho de la calle deberá ser, entonces, este valor  $B$  más las huelgas ( $h_1$ ,  $h_2$ ) correspondientes, que el proyectista deberá considerar en cada caso, ciñéndose a los valores contenidos en la Tabla 4.01.5 A.

## Planta de las Bandas Continuas

En la misma lámina se entregan las expresiones para las coordenadas de los puntos 0,1,2,.....,9, referidas a un sistema cartesiano con eje "y" perpendicular al eje de la calle en su inicio, y con eje "x" pasando por el centro del primer elemento anular, tal como se aprecia en la figura.

En las tablas 4.01.5 B y C, aparecen valores de  $L_r$  y  $\theta$  que para una combinación de  $r$  y  $R$  – y por lo tanto del ancho de la pista de rodadura – define un módulo de "S" con un ancho de franja igual a  $B$ . Se tabula además la longitud del módulo,  $L_s$ .

Las consideraciones implícitas en estas tablas son las siguientes:

- El radio exterior  $R = 0,938r + 5,375$ . Esta expresión es válida para  $6 \leq r \leq 20$  y respeta los valores contenidos en la Tabla 4.01.4 A por el lado de la seguridad.
- La expresión que relaciona  $\theta$  y  $L_r$  es:

$$\theta = \arcsin \frac{L_r \sqrt{L_r^2 - x^2 + y^2} - xy}{L_r^2 + y^2}$$

con  $x = B - 1,876r - 10,75$

$y = 1,938r + 5,375$

- Se ha impuesto la condición  $30^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ , lo cual hace que para algunas combinaciones de  $r$ ,  $R$  y  $B$  no aparezcan valores  $\theta$  sino hasta que el valor  $L_r$  supera un límite. En caso necesario, se puede calcular el ángulo de giro que permite inscribir cualquier módulo en un ancho  $B$  determinado, con valores de  $L_r$  – y por lo tanto de  $L_s$  – menores. En tales casos resultan ángulos de giro necesariamente más pronunciados. Estos pueden ser excesivos, por lo que se recomienda el expediente de buscar radios más amplios o dejar huelgas mayores.
- En la tabla aparecen  $L_r$  y  $\theta$  para  $r = 6 + 2n \leq 20$  ( $n = 0,1,.....,7$ ) y para  $B = 8 + m \leq 20$  ( $m = 0,1,.....,12$ ). Para otros valores de  $r$  y/o  $B$  se debe aplicar la expresión general.

Por otra parte, es preciso considerar en el diseño otras maniobras además de la de avanzar: de giro para entrar a recintos particulares, de giro en "U" si la calle vereda no tiene salida (véase láminas 4.01.4 A, B, ..., F) y las de adelantamiento y estacionamiento, con los espacios que todas ellas requieren para su realización.

En estricto rigor, las curvas en "S" tabuladas pueden permitir el cruce de dos vehículos pequeños, a bajas velocidades y ocupando eventualmente las huelgas si ello es posible.

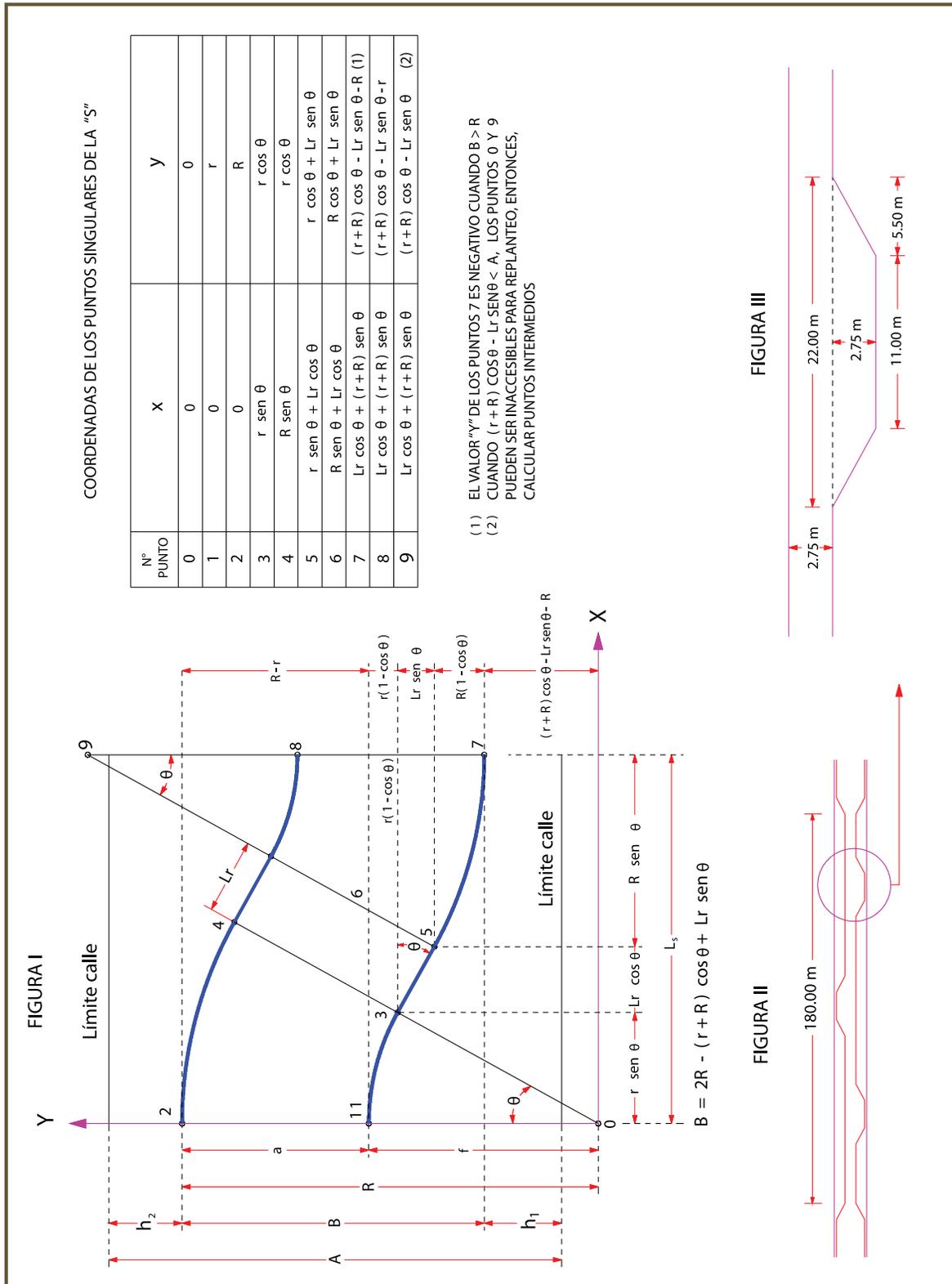
Para prodigar espacio de estacionamiento, es preferible utilizar los espacios en recta, ya sea entre las dos curvas de la "S" o alguna que se disponga entre los módulos necesarios.

Si dichas rectas son de longitud superior a 15m y no se desee utilizarlas como espacio para maniobras, es recomendable reducir el ancho  $a$  de la pista en la "S" a un valor de 2,75m, según se indica en la figura II de la lámina 4.01.5 A. Si las rectas han de servir para adelantamientos, su ancho debe aumentar a 5,5m en un tramo de 22m según se muestra en la figura III de la misma lámina.

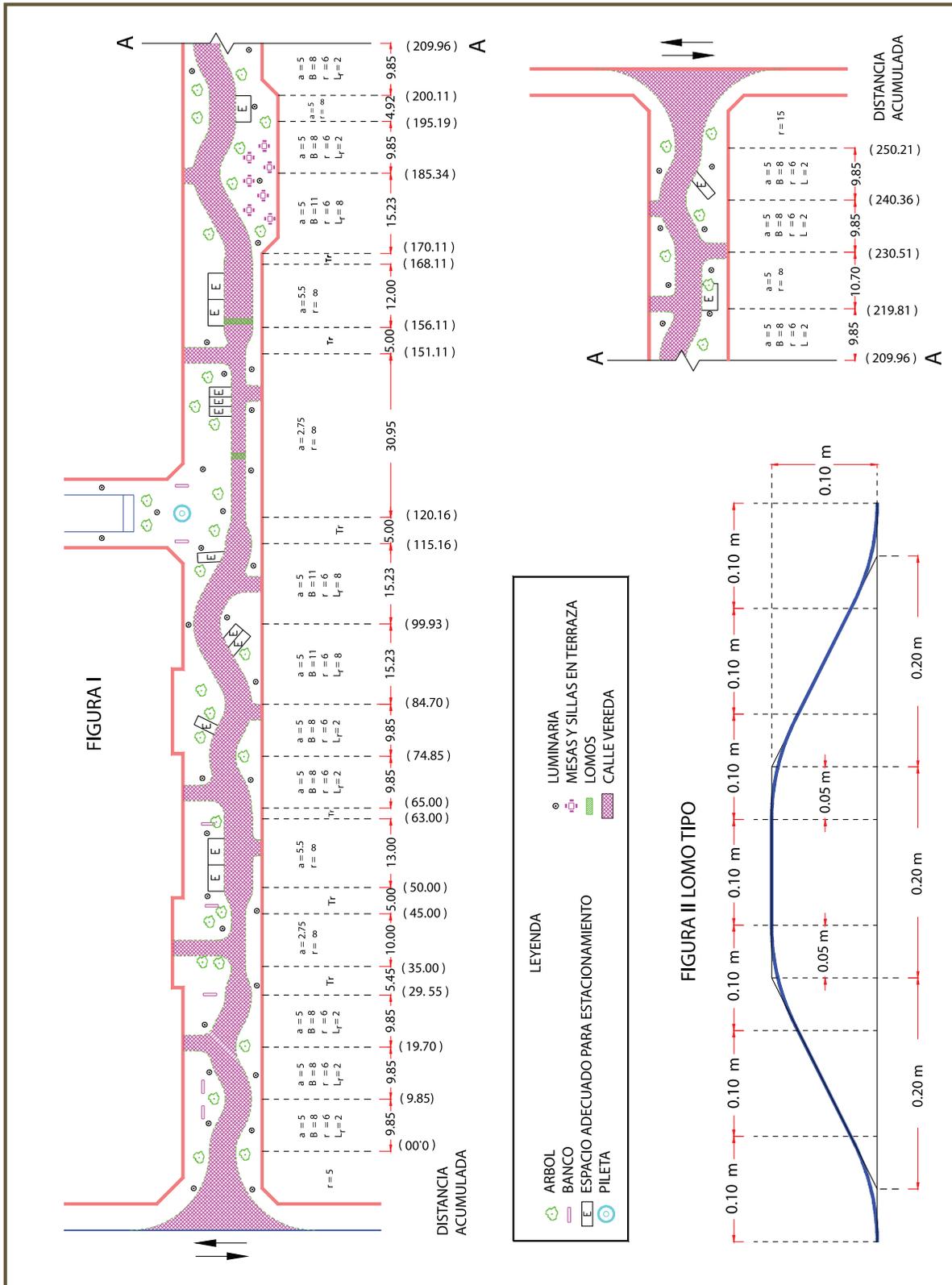
Se debe disponer, como mínimo, un lugar para cruces de 5,5 de ancho cada 180m, y si es posible dos. Esto reduce de manera drástica las demoras que afectan a los vehículos cuando no existen tales espacios.

En la lámina 4.01.5 B se muestra un bosquejo de diseño en planta de una calle vereda, en la cual se han utilizado los elementos descritos.

Planta de las Bandas Continuas



4.01.5 A Elementos de Trazado en Calles - Vereda



4.01.5B Ejemplo de Calle-Vereda y Detalle de un Lomo

Planta de las Bandas Continuas

	6	11.00	5.00	8	12.88	4.88	10	14.76	4.75	12	16.63	4.63	14	18.51	4.50	16	20.38	4.38	18	22.26	4.26	20	24.14	4.13
r=6	R=11.00	a=5.00	r=8	R=12.88	a=4.88	r=10	R=14.76	a=4.75	r=12	R=16.63	a=4.63	r=14	R=18.51	a=4.50	r=16	R=20.38	a=4.38	r=18	R=22.26	a=4.26	r=20	R=24.14	a=4.13	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
Lr	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	Ls	θ	
(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	(m)	(g)	
8	0.0	38.3771	9.64	0.0	35.2575	10.98	0.0	32.8635	12.26	0.0	31.1947	13.47												
8	2.0	31.5518	9.85																					
9	0.0	44.5553	10.95	0.0	40.6873	12.45	0.0	37.8387	13.86	0.0	35.6330	15.20	0.0	33.8895	16.49	0.0	32.4212	17.74	0.0	31.2073	18.95	0.0	30.1729	20.15
9	2.0	37.6164	11.13	2.0	34.9964	12.61	2.0	33.0083	14.01	2.0	31.4393	15.33	2.0	30.1612	16.61									
9	4.0	31.8192	11.66	4.0	30.1431	13.08																		
10	0.0	43.0887	12.20	0.0	40.8067	13.84	0.0	42.2106	15.24	0.0	38.6238	16.69	0.0	37.5514	18.08	0.0	35.6488	19.42	0.0	34.4159	20.72	0.0	33.1947	21.99
10	2.0	37.0469	12.89	2.0	34.7964	14.27	2.0	33.0450	15.76	2.0	31.6325	17.16	2.0	30.4631	18.52	2.0	29.2025	19.52	2.0	28.1983	20.82	2.0	27.0423	22.08
10	4.0	32.0157	13.45	4.0	30.5190	14.95																		
11	0.0	48.0950	13.11	0.0	44.2341	14.90	0.0	41.3291	16.56	0.0	39.0437	18.11	0.0	37.1873	19.60	0.0	35.6426	21.02	0.0	34.3326	22.39	0.0	33.2048	23.73
11	2.0	41.8939	13.56	2.0	38.1005	15.30	2.0	36.9410	16.92	2.0	35.2073	18.44	2.0	33.7765	19.90	2.0	32.5704	21.30	2.0	31.5367	22.66	2.0	30.6386	23.98
11	4.0	36.6046	14.28	4.0	34.6387	15.94	4.0	33.0736	17.50	4.0	31.7891	18.98	4.0	30.7705	20.40									
11	6.0	32.1666	15.23	6.0	30.8134	16.80																		
12	0.0	46.4587	14.32	0.0	42.3751	15.83	0.0	40.9797	17.50	0.0	40.7164	19.17	0.0	40.1015	20.76	0.0	41.9492	22.27	0.0	40.1403	23.74	0.0	38.5984	25.15
12	2.0	40.9513	15.00	2.0	41.1401	16.21	2.0	40.5917	17.95	2.0	40.3545	19.59	2.0	40.3942	20.86	2.0	39.6769	22.36	2.0	37.0875	23.82	2.0	35.8055	26.23
12	4.0	36.2545	15.91	4.0	38.5248	16.81	4.0	36.6098	18.50	4.0	35.0474	20.09	4.0	33.7411	21.61	4.0	32.6279	23.03	4.0	31.6650	24.48	4.0	30.8216	25.86
12	6.0	32.8611	17.00	6.0	34.5113	17.63	6.0	33.0970	19.24	6.0	31.9189	20.78	6.0	30.9175	22.25	6.0	30.0527	23.67						
12	8.0	31.6508	18.62	8.0	31.0508	18.62	8.0	30.0220	20.16															
13	0.0	45.1080	15.62	0.0	42.2255	17.58	0.0	40.5451	17.62	0.0	40.4045	18.88	0.0	41.7206	20.82	0.0	40.3808	23.85	0.0	41.9467	23.59	0.0	41.0578	26.53
13	2.0	40.1832	16.49	2.0	38.0484	18.36	2.0	39.8668	19.40	2.0	38.1379	21.10	2.0	36.6130	22.72	2.0	35.5174	24.26	2.0	34.1980	25.76	2.0	33.2212	27.20
13	4.0	35.9704	17.55	4.0	34.4063	19.32	4.0	36.3323	20.11	4.0	34.9121	21.75	4.0	33.7108	23.33	4.0	32.6773	24.83	4.0	31.7768	26.30	4.0	30.8908	27.71
13	6.0	32.3833	18.76	6.0	31.2465	20.43	6.0	33.1166	20.98	6.0	32.0282	22.56	6.0	31.0933	24.09	6.0	30.2787	25.55						
14	0.0	49.1136	16.16	0.0	46.7762	18.27	0.0	47.3481	19.71	0.0	46.7218	21.28	0.0	46.9222	22.96	0.0	47.3732	24.64	0.0	46.2313	26.26	0.0	43.4005	27.81
14	2.0	43.9837	17.00	2.0	41.4538	19.02	2.0	43.1833	20.21	2.0	44.7388	21.56	2.0	42.8037	23.31	2.0	40.9146	24.86	2.0	42.1623	26.33	2.0	40.5980	27.89
14	4.0	39.5482	19.03	4.0	37.6487	19.94	4.0	39.4378	20.89	4.0	41.0504	22.02	4.0	39.3539	23.73	4.0	37.6826	25.36	4.0	36.1446	27.45	4.0	33.2279	28.94
14	6.0	35.7557	19.21	6.0	34.3183	21.02	6.0	36.0969	21.73	6.0	37.7796	22.84	6.0	36.3833	24.31	6.0	35.1061	25.91	6.0	34.1446	27.45	6.0	33.2279	28.94
14	8.0	32.4639	20.52	8.0	31.4108	22.22	8.0	33.1331	22.72	8.0	34.7863	23.42	8.0	33.6846	25.04	8.0	32.7202	26.59	8.0	31.8726	28.10	8.0	31.1201	28.56
14	10.0	31.5518	21.85	10.0	30.5114	23.84	10.0	32.1217	24.35	10.0	33.2447	25.91	10.0	32.4746	27.41									
15	0.0	47.6800	17.44	0.0	46.2035	18.87	0.0	46.2775	20.94	0.0	47.6342	22.41	0.0	48.8026	23.92	0.0	48.8026	25.69	0.0	47.6049	27.38	0.0	45.6415	29.00
15	2.0	43.0388	18.44	2.0	41.7500	19.60	2.0	42.4345	21.60	2.0	43.9277	22.85	2.0	43.9277	25.89	2.0	43.9128	25.98	2.0	44.5294	27.45	2.0	42.8334	29.07
15	4.0	39.0160	19.60	4.0	40.7965	20.50	4.0	38.9808	22.41	4.0	40.5410	23.48	4.0	41.9848	24.68	4.0	40.9146	24.86	4.0	41.6358	26.67	4.0	40.1848	28.28
15	6.0	35.5388	20.88	6.0	37.3093	21.55	6.0	35.8950	23.38	6.0	37.4687	24.21	6.0	38.9354	25.22	6.0	37.6826	25.36	6.0	36.4192	28.52	6.0	35.5088	30.09
15	8.0	32.5318	22.27	8.0	34.2436	22.72	8.0	33.1473	24.46	8.0	34.6881	25.10	8.0	36.1822	26.93	8.0	35.0708	27.56	8.0	34.0866	29.15	8.0	33.2339	30.68
15	10.0	31.5518	23.60	10.0	31.5508	24.00	10.0	30.7045	25.86	10.0	32.0225	26.12	10.0	32.7577	28.35	10.0	32.7577	28.35	10.0	31.9578	29.86	10.0	31.2486	31.39



6	11.00	5.00	8	12.88	4.88	10	14.76	4.75	12	16.63	4.63	14	18.51	4.50	16	20.38	4.38	18	22.26	4.26	20	24.14	4.13
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
16	100	46.880	18.79	47.959	20.12	6.0	49.2708	21.60	6.0	46.672	23.62	4.0	47.952	25.12	2.0	48.9280	26.73	2.0	49.8968	28.42	0.0	47.953	30.11
16	120	42.268	19.93	45.965	20.89	8.0	45.532	22.24	8.0	43.720	24.20	6.0	45.1772	26.52	4.0	45.7172	28.35	4.0	46.266	30.19	2.0	46.8023	30.18
16	140	36.566	21.19	42.216	22.02	10.0	41.7624	23.03	10.0	40.0590	24.93	8.0	41.4360	26.06	6.0	42.1738	27.32	6.0	43.1824	29.04	4.0	43.9121	30.70
16	160	32.3712	22.56	37.079	23.17	12.0	38.5843	23.97	12.0	37.1969	25.80	10.0	36.5989	26.74	8.0	39.9277	27.83	8.0	38.6126	29.52	6.0	37.659	31.16
16	180	28.889	24.02	34.193	24.43	14.0	35.7189	25.03	14.0	34.6086	26.79	12.0	36.0061	27.55	10.0	37.428	28.47	10.0	36.2446	30.13	8.0	35.2741	31.73
16	200	26.184	25.55	31.6715	25.78	16.0	33.1586	26.20	16.0	32.2731	27.88	14.0	33.6241	28.48	12.0	34.8827	29.23	12.0	34.0539	30.85	10.0	33.282	32.41
16						18.0	30.8723	27.47	18.0	30.1678	29.08	16.0	31.4855	29.52	14.0	32.9769	30.10	14.0	32.0385	31.68	12.0	31.557	35.21
16						20.0			20.0			18.0	30.979	31.09	16.0	30.1743	32.81	16.0	30.1743	32.81	14.0		
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	100	46.880	18.79	47.959	20.12	6.0	49.2708	21.60	6.0	46.672	23.62	4.0	47.952	25.12	2.0	48.9280	26.73	2.0	49.8968	28.42	0.0	47.953	30.11
17	120	42.268	19.93	45.965	20.89	8.0	45.532	22.24	8.0	43.720	24.20	6.0	45.1772	26.52	4.0	45.7172	28.35	4.0	46.266	30.19	2.0	46.8023	30.18
17	140	36.566	21.19	42.216	22.02	10.0	41.7624	23.03	10.0	40.0590	24.93	8.0	41.4360	26.06	6.0	42.1738	27.32	6.0	43.1824	29.04	4.0	43.9121	30.70
17	160	32.3712	22.56	37.079	23.17	12.0	38.5843	23.97	12.0	37.1969	25.80	10.0	36.5989	26.74	8.0	39.9277	27.83	8.0	38.6126	29.52	6.0	37.659	31.16
17	180	28.889	24.02	34.193	24.43	14.0	35.7189	25.03	14.0	34.6086	26.79	12.0	36.0061	27.55	10.0	37.428	28.47	10.0	36.2446	30.13	8.0	35.2741	31.73
17	200	26.184	25.55	31.6715	25.78	16.0	33.1586	26.20	16.0	32.2731	27.88	14.0	33.6241	28.48	12.0	34.8827	29.23	12.0	34.0539	30.85	10.0	33.282	32.41
17	220	24.184	27.15			18.0	31.0786	28.27	18.0	30.3383	29.85	16.0	31.582	31.31	14.0	32.6266	31.66	14.0	34.0157	32.55	12.0	33.2440	34.15
17						20.0			20.0			18.0	30.928	32.91	16.0	30.3328	32.91	16.0	32.1012	33.46	14.0	31.625	35.02
17						22.0			22.0			20.0	31.689	33.09	18.0	30.3355	34.46	18.0	30.4895	36.20	16.0	31.5418	36.82
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	120	45.842	20.42	46.893	21.81	10.0	47.1838	24.09	8.0	46.3317	25.51	6.0	46.368	27.04	6.0	47.228	28.01	6.0	48.196	30.56	2.0	48.0617	32.18
18	140	41.5033	21.66	42.9102	22.80	12.0	43.7835	24.99	10.0	42.9357	26.21	8.0	42.9339	27.56	8.0	44.3639	29.48	6.0	45.4104	30.88	4.0	46.2765	32.37
18	160	37.8420	23.40	42.4236	23.91	14.0	40.7073	26.01	12.0	42.0142	27.03	10.0	41.6889	28.20	10.0	43.2329	30.89	8.0	42.7959	31.33	6.0	43.9289	32.68
18	180	35.018	25.94	38.5442	26.45	16.0	37.9521	27.14	14.0	39.2560	27.96	12.0	39.2083	30.81	10.0	40.3488	31.90	8.0	40.3488	31.90	6.0	41.6259	33.10
18	200	32.839	28.77	34.9745	28.65	18.0	35.4919	28.36	16.0	36.1451	29.03	14.0	36.1933	32.85	12.0	38.673	32.58	10.0	38.673	32.58	8.0	39.666	33.64
18	220	30.833	31.51	31.6715	31.51	20.0	33.1586	29.67	18.0	34.4632	30.18	16.0	35.7101	32.84	14.0	38.9470	32.58	12.0	38.9470	32.58	10.0	40.1659	34.29
18	240	29.5422	34.14	28.32	28.32	22.0	31.501	31.06	20.0	32.8096	31.41	18.0	33.687	34.13	16.0	32.9470	33.61	14.0	35.8942	34.26	12.0	37.659	35.04
18						24.0			24.0			22.0	31.689	33.09	20.0	31.689	33.09	20.0	32.1822	35.24	16.0	33.2483	35.89
18						26.0			26.0			24.0	30.854	36.17	22.0	31.633	36.52	22.0	30.6118	38.13	18.0	31.5418	36.82
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	140	47.4314	21.82	48.830	23.11	10.0	49.8903	24.55	10.0	47.4391	26.76	8.0	48.4863	28.22	6.0	49.3890	29.76	6.0	47.4444	31.71	4.0	48.3161	33.28
19	160	43.748	23.15	45.0690	24.21	12.0	46.3090	25.43	12.0	44.3456	27.57	10.0	45.4546	28.85	8.0	46.468	30.23	8.0	44.8014	32.15	6.0	45.707	33.58
19	180	40.4884	24.58	41.8326	25.42	14.0	43.1353	26.43	14.0	41.5100	28.50	12.0	42.6633	29.80	10.0	43.7800	30.82	10.0	42.3194	32.71	8.0	43.2325	33.99
19	200	37.5900	26.08	38.882	26.73	16.0	40.2886	27.54	16.0	39.1989	29.53	14.0	40.1165	30.47	12.0	41.2585	31.53	12.0	39.9877	33.37	10.0	41.0687	34.52
19	220	34.9819	27.64	36.3494	28.11	18.0	37.6512	28.75	18.0	36.5596	30.66	16.0	37.9484	31.44	14.0	38.8209	32.34	14.0	37.8228	34.14	12.0	38.8885	35.15
19	240	32.223	29.26	34.033	28.57	20.0	35.3121	30.04	20.0	34.4021	31.88	18.0	35.5848	32.50	16.0	36.7200	33.25	16.0	35.6194	35.01	14.0	36.6795	35.88
19	260	30.7005	30.92	31.9515	31.09	22.0	33.1884	31.41	22.0	32.4401	33.17	20.0	34.7229	34.26	18.0	33.9502	35.97	18.0	33.9502	35.97	16.0	35.022	36.71
19						24.0	30.8811	32.65	24.0	30.6515	34.53	22.0	31.7693	34.88	20.0	32.9709	35.35	20.0	32.2173	37.01	18.0	33.252	37.62
19						26.0			26.0			24.0	30.854	36.17	22.0	31.633	36.52	22.0	30.6118	38.13	20.0	31.6223	38.62
19						28.0			28.0			26.0			24.0			24.0	30.7313	39.95	24.0	30.437	41.53
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	160	46.4576	23.26	47.6840	24.47	12.0	48.7938	25.82	10.0	49.7950	27.27	10.0	47.684	29.45	8.0	48.5775	30.93	6.0	49.4274	32.49	6.0	47.6231	34.42
20	180	43.040	24.68	44.3245	25.67	14.0	45.5271	26.81	12.0	46.8336	28.07	12.0	44.8128	30.19	10.0	45.8227	31.50	8.0	45.7580	32.92	8.0	45.737	34.83
20	200	39.8854	26.17	41.3096	26.36	16.0	42.5571	27.90	14.0	43.7249	28.96	14.0	42.1865	31.04	12.0	43.4268	32.19	10.0	44.2406	33.46	10.0	42.8594	35.34
20	220	37.2810	27.73	38.6049	26.98	18.0	39.6624	29.10	16.0	41.0574	30.00	16.0	40.0516	32.99	12.0	41.8843	34.11	12.0	41.8843	34.11	12.0	40.6802	35.96
20	240	34.8847	29.34	36.1765	29.78	20.0	37.1496	30.37	18.0	38.576	31.11	18.0	38.6362	33.89	14.0	38.6778	34.87	14.0	38.6778	34.87	14.0	38.6344	36.67
20	260	32.665	31.00	33.9928	31.29	22.0	35.2054	31.73	20.0	36.3855</													

## Perfil Longitudinal

Para el diseño de los estacionamientos debe recurrirse a las recomendaciones contenidas en 5.02.3.

### 4.01.6 PERFIL LONGITUDINAL

Las pendientes longitudinales y los acuerdos a emplear en estos casos pueden ser los máximos y mínimos – respectivamente – que se tabulan en 5.01.3.

Se sugiere en estos casos el empleo de reductores de la velocidad de acuerdo a lo establecido en el Decreto N°228 del año 1996 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, los cuales pueden emplearse en los tramos rectos de la banda de circulación, cuando su longitud exceda los 60 m. Si se prevé el paso de motos en cantidades significativas, esta distancia se reduce a 30 m, y si además se tienen radios de curvatura interior mayores de 15m, los reductores de velocidad deben disponerse incluso dentro de dichas curvas, teniendo cuidado con los problemas de drenaje que ellos pudieran causar. (Véase lámina 4.01.5 B)

Porque la consideración que debe primar en la descripción de los perfiles longitudinales de las calles-veredas es que ellos sean compatibles con un adecuado drenaje de la superficie, para lo cual debe estudiarse interrelacionadamente con los perfiles transversales de la calle.

### 4.01.7 SECCIONES TRANSVERSALES

La sección transversal debe permitir el escurrimiento expedito de las aguas hacia puntos estudiados de la calle, donde estarán situados los sumideros adecuados para su evacuación.

Puede disponerse una sección “a dos aguas”, con pendientes transversales  $b$  mínimas comprendidas entre 2 y 2,5%, si el pavimento es liso, y entre 2,5 y 3,5% si éste es rugoso. La aplicación de un valor exacto dentro de estos rangos se hace teniendo en cuenta los siguientes aspectos: la pluviometría de la zona (mayor inclinación en zonas más lluviosas), el ancho de la plataforma a desaguar (la pendiente debe aumentar con el ancho), y la influencia del perfil longitudinal (si la pendiente  $i$  en alguna dirección es significativa, puede limitarse  $b$  a los mínimos).

También puede utilizarse, si ello es conveniente para una mejor coordinación de la altimetría de la calle-vereda con la vialidad circundante, una pendiente transversal a “una agua”. En tal caso son también válidos los valores dados anteriormente.

Estos esquemas son los más habituales, sin ser los únicos. Esquemas irregulares pueden ser adoptados si se cumple con los requisitos de pendientes mínimas y si los sumideros se instalan en sitios adecuados.

## SECCION 4.02 CRUCES DE CALZADA

**4.02.1 ASPECTOS GENERALES**

Los cruces peatonales son un dispositivo muy común en muchas ciudades, siendo efectivos si son emplazados y utilizados de manera correcta.

Los cruces de calzada exclusivos para peatones, y por lo tanto a distinto nivel (3.02.3), no son frecuentes en ciudades como las chilenas. Lo habitual es que estos cruces se ejecuten al nivel de la calle, dejando la posibilidad de desnivelación para aquellos contados casos en los que se pueda demostrar su necesidad por razones de seguridad, o su rentabilidad, como consecuencia de la reducción de las demoras de los usuarios de las vías, y cuando haya manera de asegurar la aceptación del dispositivo por parte del peatón o exista la forma de forzar su uso.

La eficacia de los cruces peatonales puede ser asistida por una serie de dispositivos de control y/o protección, o medidas tales como:

- Demarcación en la calzada (entre otras pasos peatonales, cebras, línea de detención, líneas zigzag), visibles a toda hora.
- Iluminación próxima a las zonas de cruce.
- Superficies que sirvan como refugio, sean éstas islas específicamente diseñadas para tales efectos u otras como medianas, islas separadoras o canalizadoras.
- Semáforos con indicadores muy diferenciados para detenerse o seguir.
- Barreras entre las veredas y las calzadas para prevenir el cruce en puntos peligrosos o que producen interferencias importantes al tránsito.
- Vallas, plantaciones o barreras en medianas para evitar cruces en puntos cualesquiera de una calle con calzadas separadas.
- Balizas iluminadas entre la línea de detención y el paso cebra
- Señalización de advertencia para el caso de los pasos cebra
- Eliminación de giros conflictivos, cuando ellos pueden ser desplazados sin inconvenientes mayores.
- Provisión de fases especiales de semáforos, para peatones.
- Eliminación de algunos cruces.
- Conversión de calles de doble sentido en calles unidireccionales.

Sin embargo, es imprescindible que el proyectista no plantee su diseño desde un punto de vista de discutible pragmatismo, que lo haga renunciar a definir acuciosamente los dispositivos correctos para el manejo de peatones en forma ordenada y segura. La insistencia en diseños adecuados contribuye, a la larga y conjuntamente con las otras medidas, a sentar normas de circulación peatonal que son respetadas por una cantidad creciente de peatones.

## Cruces de Peatones en Sección Normal de una Vía

A continuación se abordará el tema distinguiendo dos tipos básicos de cruce según su ubicación: en sección normal de la calle o de un ramal y en las intersecciones. En ambos tipos, se pueden producir dos casos: con semáforo o sin él.

### 4.02.2 CRUCES DE PEATONES EN SECCION NORMAL DE UNA VIA

Estos pasos deben implantarse a la altura de centros importantes de generación de flujos peatonales, como son escuelas, centros comerciales, habitacionales, etc. Pudiendo ser de tres tipos:

- (1) Paso Cebra.  
(Senda demarcada por bandas paralelas al eje de la calzada).
- (2) Paso Peatonal Regulado por Semáforo.  
(Senda delimitada por dos líneas paralelas entre si).
- (3) Paso Peatonal a Desnivel.  
(Sobre el nivel o bajo nivel de la calzada).

### 4.02.3 CRUCES DE PEATONES EN LAS ESQUINAS

Las esquinas pueden recibir flujos muy variables de peatones y de vehículos, determinando situaciones que pueden requerir semáforos para optimizarlas. El tratamiento de los cruces depende de la existencia de ellos y de la geometría concreta de la intersección.

Si existen semáforos, no se utiliza la cebra como elemento demarcador, recurriéndose en estos casos a los dispositivos definidos a continuación:

- (1) Demarcación.
  - a) Líneas Continuas.
  - b) Línea de Detención.
- (2) Señalización Vertical (Semáforos).

En las figuras I a V de la lámina 4.02.3 A se muestran los puntos de conflicto entre peatones y vehículos en una intersección de cuatro ramas con semáforos. En las tres primeras se ve como la eliminación de sentidos de circulación doble va eliminando situaciones conflictivas.

En la figura IV se observa una simplificación adicional, como resultado de la supresión de uno o más giros. Esto suele ser necesario durante las horas punta.

En la figura V se muestra una situación en la que se ha agregado una fase exclusiva para peatones.

Estos esquemas reflejan los tres tipos de control que son generalmente posibles:

- Fase exclusiva durante la cual los peatones pueden ocupar toda la superficie de la intersección, para realizar cruces en todos los sentidos. Este sistema sólo puede ser recomendable cuando existe un fuerte tránsito peatonal y cuando la intersección funciona lo suficientemente por debajo de la capacidad como para permitir la disminución de la proporción de verde que grava en este caso a los flujos vehiculares. Este esquema no es recomendable para calles con anchos de calzadas superiores a 18m.
- La fase semi-exclusiva, que permite cruzar la calle en forma paralela al tráfico que tiene luz verde, con supresión de giro(s) o con un ciclo verde adelantado para los peatones, que permite dicha maniobra vehicular sólo cuando los transeúntes han casi concluido la suya. Este esquema es utilizado cuando existen conflictos graves entre peatones y volúmenes de giro importantes.
- El sistema de “verde compartido” permite a los peatones cruzar cuando los vehículos también están autorizados para girar, aunque estos últimos sin preferencia. En este caso, es útil adelantar algo el verde para los peatones, con el fin de hacerlos iniciar su maniobra antes que los vehículos empiecen la suya, consolidando así la preferencia a los primeros. Este sistema funciona bien cuando uno y/u otro volumen son relativamente bajos, o altos por breves períodos.

Cruces de Peatones en las Esquinas

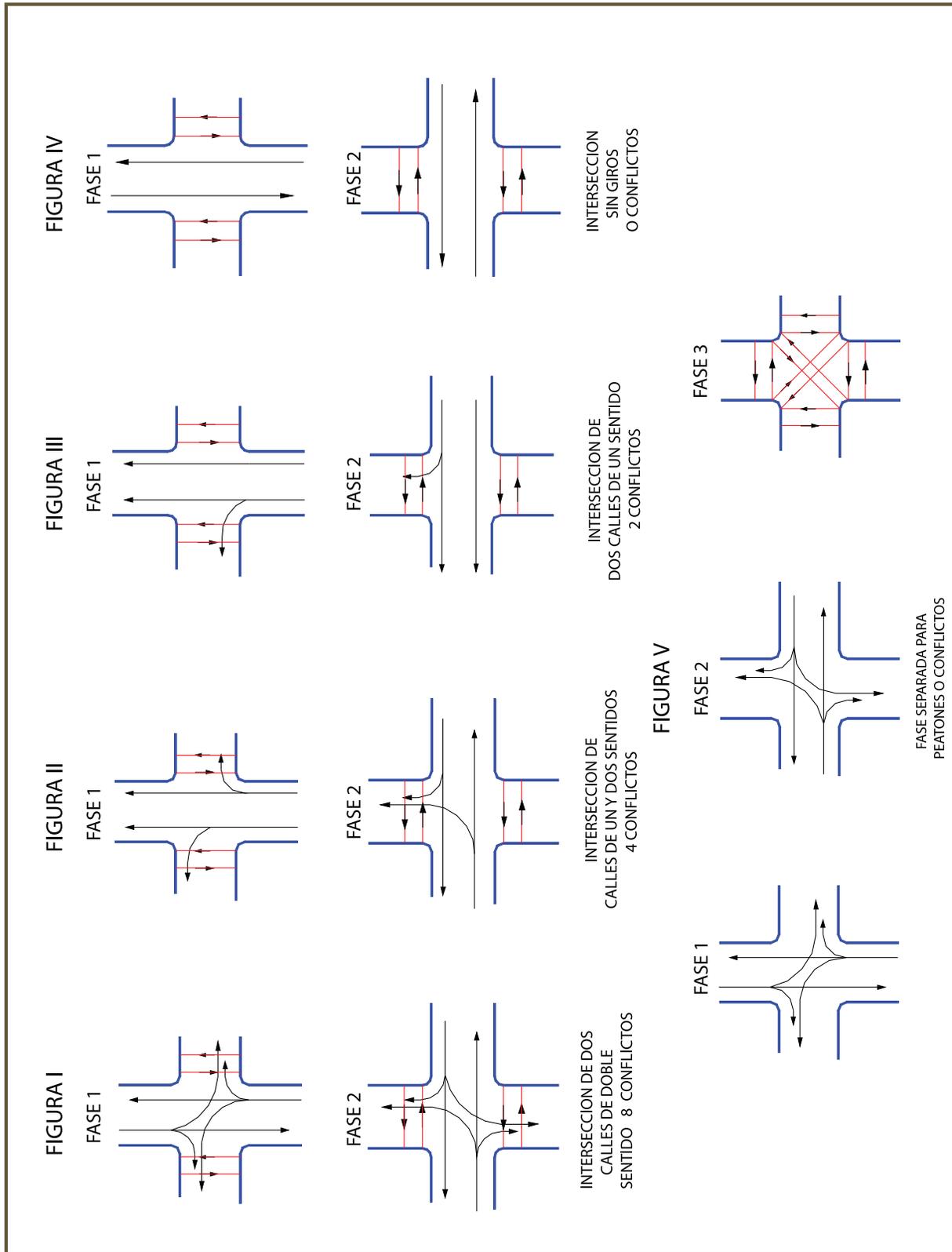


Fig. 4.02.3A

#### 4.02.4 CONSIDERACIONES EN TORNO A LA DEMARCACION PEATONAL

Al proveerse un Paso Cebra en una vía, se debe tener en cuenta que para una operación correcta y segura del dispositivo, la velocidad de operación en el lugar donde se proyecte su emplazamiento no debe ser mayor a 50 km/h, lo que puede requerir la instalación de la señal vertical Velocidad Máxima.

Además de sus dimensiones y características materiales (tipo de sustancia y color), los cruces peatonales deben tener una ubicación que será dependiente de la geometría de la intersección, como ya se adelantó.

La situación más favorable para su implantación es cuando ella aparece como unión de las bandas peatonales que aparecen cortadas por la calle que cruza. En tales condiciones el recorrido es mínimo y no se produce desvío alguno en la marcha de los transeúntes.

Pero este esquema no siempre es posible, ya que en ciertos casos, cuando las calzadas a cruzar son amplias o cuando otra imposición del diseño produce islas asociadas a ensanches de dichas calzadas, las demarcaciones habrán de estar alineadas de tal manera de ofrecer a los peatones un refugio en las mencionadas islas, con lo cual es trayecto puede resultar una línea quebrada en uno o más puntos.

Puede convenir también, cuando al cruce llegan vehículos provenientes de la vía que tiene luz verde, desplazar a lo menos 6 m desde el vértice las líneas con el fin de proveer de algún espacio de detención al vehículo, sin afectar la circulación de la pista que éste abandona. Este esquema no presenta mayores dificultades si la vereda es amplia (5m o más), ya que en tal caso se produciría poco o ningún desplazamiento de los peatones, pero si ésta es reducida, dicho retranqueo implica un desvío en la marcha peatonal, con el consiguiente peligro de que la señalización no sea respetada.

La determinación de sentidos únicos y la supresión de giros van haciendo que esta situación, presente en todas las ramas de una intersección cuando una de las vías es de doble sentido y no hay prohibición de giros a la izquierda para esta última, o cuando ambas son de doble sentido. Por el contrario, en un cruce de dos calles de sentido único, son sólo dos las ramas afectadas por esta situación, y cada prohibición libera a una de ellas.

El desplazamiento o retranqueo en cuestión debe ser decidido, en cada caso, según las condiciones en las que se produce el conflicto y sus efectos en la circulación de la vía que tiene luz verde.

#### 4.02.5 DISPOSITIVOS PARA RODADOS EN CRUCES

El proyectista no puede desconocer la existencia de numerosos peatones que se desplazan en sillas de ruedas o que portan rodados como coches de niño y carros de compra u otro tipo, o que presentan problemas para desplazarse. Para que el acceso de éstos a la

## Dispositivos para Rodados en Cruces

calzada y su llegada a la siguiente zona peatonal o mixta sea fácil – o posible sin ayuda en el caso de los minusválidos – es preciso disponer una depresión (rampa) que permita el paso de rodados en forma suave, exigencia contenida en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, con las características que se indican en la lámina 4.02.5 A.

Eventualmente, estas rampas pueden quedar adyacentes a las zonas mismas de cruce si éstas se encuentran saturadas, lo cual puede significar un desplazamiento de varios metros si existen grifos, postes u otros obstáculos. Si esto ocurre, deben ser estudiadas la visibilidad y las facilidades de estacionamiento con el fin de evitar que el rodado en cuestión, que presenta un perfil bajo, pueda ser víctima de un accidente mientras recorre el tramo que dicho desplazamiento requiera.

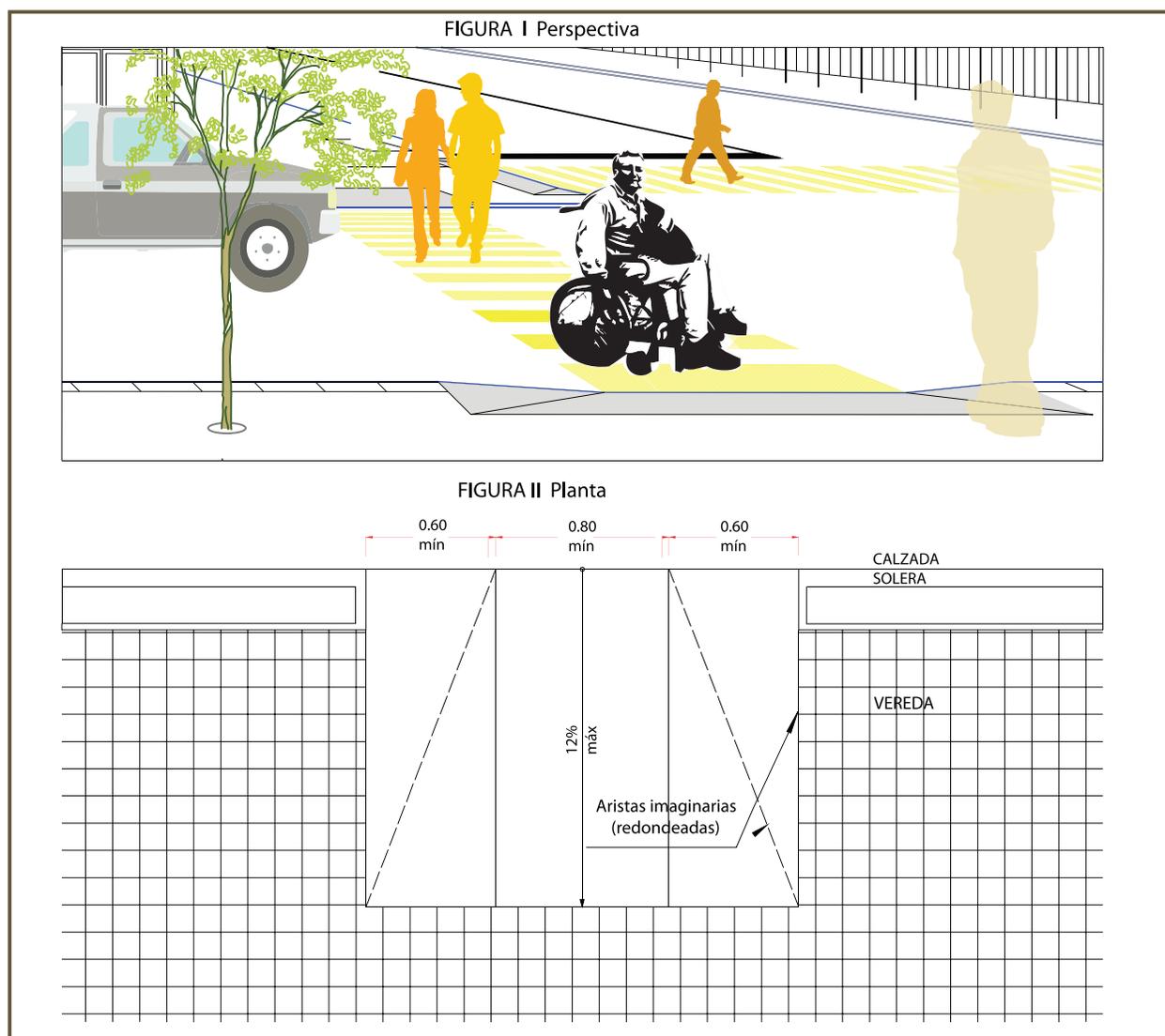


Fig 4.02.5 A

**SECCION 4.03 BANDEJONES**

Los bandejones (véase 5.02.4 para definición) pueden eventualmente constituir áreas mixtas. En efecto, ellos son aptos, en ciertas circunstancias, para estacionamiento de vehículos.

El diseño de estos dispositivos debiera desincentivar el estacionamiento sobre ellos, ya que en ningún caso se mejora la seguridad vial al realizarse esta maniobra.

Las condiciones operativas que permiten este esquema son aquellas que se producen cuando los bandejones son laterales y cuando tienen acceso por una calle de servicio (véase figura I de la lámina 3.01.3 A). Si el acceso es por el lado de la calzada principal, rigen las limitaciones y reglamentaciones propias para zonas de estacionamiento en calzadas (5.02.203), ya que aún cuando el vehículo pueda quedar sobre el bandejón – si ese es el caso – su maniobra produce las mismas o mayores molestias que en la situación habitual.

Las dimensiones involucradas en estos dispositivos deben ser las consultadas en el párrafo 5.02.302.

## SECCION 4.04 ACCESOS A LA PROPIEDAD EN VIAS NO EXPRESAS

**4.04.1 ASPECTOS GENERALES**

Las veredas pueden ser invadidas por vehículos provenientes de la calzada, al ingresar éstos a la propiedad adyacente, o por los que ejecutan la maniobra inversa.

En la vialidad secundaria, donde los flujos vehiculares y peatonales son bajos y la accesibilidad el entorno altamente deseable, no deben existir más restricciones a los dispositivos de entrada de vehículos que las impuestas por los límites de la propiedad y por las conveniencias de los vecinos. Es importante asegurar que la superficie afectada no sea revestida con materiales incómodos o peligrosos para los peatones, o francamente conflictivos con la estética urbana planteada por los municipios, así como verificar que la velocidad sea la adecuada.

En la vialidad primaria, en cambio, a medida que dichos flujos crecen, se hace necesario controlar la aparición de dispositivos de acceso, especialmente cuando la pista próxima a la vereda esté destinada al uso exclusivo de vehículos de locomoción colectiva, o cuando volúmenes vehiculares elevados en dicha pista se coludan con la proximidad del acceso a una esquina para producir congestión de ésta o para agravar la existente.

El criterio para decidir la autorización de estos dispositivos se debe basar en una estimación lo más certera posible de los costos sociales que produce la implantación del acceso sobre aquellos usuarios de la red que no se privilegian con su aparición. Cualquier desequilibrio de la evaluación correspondiente, en perjuicio de la comunidad, debe ser resuelto mediante inversiones en terreno y/o infraestructura, las cuales deberán ser hechas por los interesados.

La presente Instrucción recomienda tener presentes los conflictos que se producen en estas situaciones y respetar la geometría mínima que se explicita en el siguiente tópico, referida al caso de una estación de servicio. Se ha elegido este tipo de establecimiento porque es el único que a priori requiere estar situado precisamente en las vías más transitadas.

Los conflictos en cuestión son distintos si los accesos funcionan como entrada o como salida de vehículos a y desde la propiedad. Sin embargo, sus efectos cualitativos son similares: disminución de la capacidad de la vía donde ellos están situados. La magnitud de este deterioro varía según las condiciones en las que estas últimas se ejecutan.

Los factores principales que inciden en el problema son:

- Frecuencia de las maniobras de entrada y/o salida.
- Agilidad con que la maniobras pueden ser ejecutadas. En este sentido, influyen poderosamente: el tipo de vehículo predominante, ya sea en entradas o en salidas; el ángulo que forma el eje del acceso con el eje de la calzada, en mayor grado en el caso

- de un egreso desde la vía, y el número de peatones que transita por las veredas, que afecta casi exclusivamente la citada maniobra de egreso.
- Proximidad del acceso a una intersección. Se entiende para estos efectos que la distancia entre uno y otra se mide a lo largo de la línea de solera correspondiente, entre el punto donde ésta o sus prolongaciones se corta(n) con la(s) de la calle transversal involucrada y con el borde más próximo a la esquina del acceso en cuestión o su prolongación.
  - Posición relativa del acceso con respecto a la cuadra: los egresos desde la calzada que quedan situados próximos a la intersección “aguas arriba” afectan la capacidad de la intersección, pues la deceleración del vehículo que ingresa a la propiedad – o su eventual detención – puede provocar un efecto hacia atrás que resulte en una disminución de la tasa de descarga de la rama en cuestión, e incluso una obstrucción en la rama perpendicular a ella. Esta situación se ve agravada en la medida que la composición del flujo tiende a inclinarse hacia los vehículos pesados. Cuando tal dispositivo queda situado cerca de la intersección “aguas abajo”, el efecto producido es distinto, pero en conjunto menor. En efecto, si ésta se encuentra próxima a la saturación, y por lo tanto la probabilidad de cruzarla sin detenerse es pequeña, una perturbación como la descrita es de importancia relativa menor, y si el flujo es pequeño, la probabilidad de producir dichas perturbaciones también disminuye. Lo contrario ocurre con los accesos que atienden el ingreso a la calzada desde la propiedad, puesto que a medida que la intersección se acerca a la saturación, disminuyen las oportunidades de ejecutar la maniobra en cuestión, llegando a ser prácticamente nulas si la cola bloquea el dispositivo. En tal caso, es altamente probable que el vehículo que desea incorporarse al flujo lo haga a costa de la operación óptima de la intersección o incluso con riesgo a la seguridad propia y de los demás.

Atendiendo a estos factores, la presente Instrucción entrega los valores mínimos para los distintos elementos geométricos principales que intervienen en el diseño. Los más importantes son las mencionadas distancias desde los accesos a la intersección. Le siguen en importancia, por su efecto sobre las dimensiones requeridas por los establecimientos, el ángulo que forman los ejes de los accesos con el de la calzada, el ancho de los mismos y la distancia entre uno de entrada a la propiedad y el de salida correspondiente, si tal es el caso. Este último parámetro dependerá fundamentalmente de las características del funcionamiento interno de dicho establecimiento.

Para todos estos efectos se considera que la intersección es semaforizada, puesto que éste es el caso más frecuente y restrictivo en la vialidad primaria que presenta volúmenes de tránsito importantes. En casos especiales, como son las esquinas donde los volúmenes de las vías son muy dispares y no existe la necesidad presente o futura de semáforos, dichos valores también podrán ser tomados como recomendaciones.

## Acceso Típico (Estación de Servicio)

### 4.04.2 ACCESO TIPICO (ESTACION DE SERVICIO)

En la lámina 4.04 A se define el emplazamiento tipo de una estación de servicio ubicada en la intersección de dos vías bidireccionales.

En este caso particular, el terreno ocupado por la instalación dispone de dos frentes, en los cuales se ha dibujado una configuración de accesos de entrada y salida, acorde al sentido de circulación de las pistas aledañas al terreno en cuestión

Para los accesos que se encuentran próximos a la esquina se ha especificado la distancia mínima que debe existir entre ellos y la intersección de las líneas de solera asociadas a cada frente. Se distinguen dos casos: el primero corresponde al frente por el cual los vehículos pasan en su camino a la intersección; el segundo corresponde a aquél por el cual los vehículos pasan una vez superada la intersección.

Para el primer caso se han definido dos distancias:

$d_1$ : es la distancia comprendida entre la intersección de ambas líneas de solera y la línea de parada. Este espacio es la reserva necesaria para la materialización de un cruce peatonal.

$d_q$ : es la distancia comprendida entre la línea de parada y el vértice (teórico) más próximo a ella del acceso de salida de la estación de servicio. Esta distancia es función del flujo de vehículos que arriban a la intersección en  $v_{eq/h-pista}$  y se determina calculando el largo de cola promedio que se produce para dicho flujo.

Para el segundo caso se ha definido sólo una distancia ( $d_2$ ), que corresponde a aquella comprendida entre la intersección de ambas líneas de solera y el vértice (teórico) más próximo a ella del acceso de entrada a la estación de servicio. Mientras mayor es esta distancia, menor es el efecto que el ingreso de un vehículo produce sobre la intersección, como resultado de la maniobra correspondiente de deceleración. Los valores de  $d_2$  asumidos corresponden a los que la experiencia internacional recomienda, de acuerdo a la tendencia que los mismos instaladores han observado en el sentido de hacer estaciones de servicio más amplias que las de antaño.

En la lámina 4.04 B se especifican los parámetros de diseño para la definición geométrica de los elementos que componen los accesos de entrada y salida a la estación de servicio. Esta definición es compatible con la configuración descrita para ambos frentes en la lámina 4.04 A.

**4.04.3 CALCULO DE LA DISTANCIA  $d_q$  y  $d_2$** 

Las distancias  $d_q$  y  $d_2$  son función del flujo de vehículos que pasa por cada uno de los frentes del terreno que habría de ocupar la estación de servicio. Para su cálculo se debe seguir el siguiente procedimiento: En cada uno de los frentes se medirán los flujos actuales cuyo sentido de circulación corresponda al de las pistas aledañas al terreno, durante los siguientes períodos de un Martes y un Jueves normales de la misma semana: de 7:30 a 9:30, de 10:30 a 11:30, de 12:30 a 14:00, de 15:30 a 16:30 y de 18:00 a 20:00. Cada medición debe incluir el número de vehículos que utilizan la vía, agrupados en períodos de 15 min. El conteo debe permitir completar el formulario que se incluye, distinguiendo las siguientes categorías de vehículos.

1. Vehículos particulares y taxis (VL)
2. Vehículos de locomoción colectiva de tamaño mediano (TA)
3. Vehículos de locomoción colectiva pesados (buses y micros) (BU)
4. Otros vehículos pesados (camiones) (CA)

**MEDICION DE FLUJOS**

PUNTO DE CONTROL:

SENTIDO:

FECHAS:     Martes  
                  Jueves

PERIODO	Cuarto Hora	MARTES				JUEVES				PROMEDIO VEQ
		VL	TA	BU	CA	VEQ	VL	TA	BU	
7:30 – 9:30	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
10:30 – 11:30	1									
	2									
	3									
	4									
18:00 – 20:00	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									

Cálculo de la Distancia  $d_q$  y  $d_2$

A partir de esta información se deben calcular los flujos equivalentes (VEQ), utilizando los siguientes factores de conversión:

CUADRO

TIPO VEHICULO	FACTOR EQUIVALENCIA
Veh. Livianos	1,00
Taxis Colectivos	1,35
Taxibuses	1,65
Buses	2,00
Buses articulados	3,00
Camiones	2,00
Camiones + 2 ejes	2,50

Una vez calculados los flujos equivalentes correspondientes a cada período de medición (15 min.) se procederá a promediar cada uno de los períodos entre ambos días (Martes y Jueves). Con la información resultante se construye un gráfico de distribución horaria (veh.eq. vs. cuarto de hora) para un período comprendido entre las 7:00 y las 21:00 hrs., extrapolando e interpolando linealmente cuando sea necesario (ver figura 4.04.3).

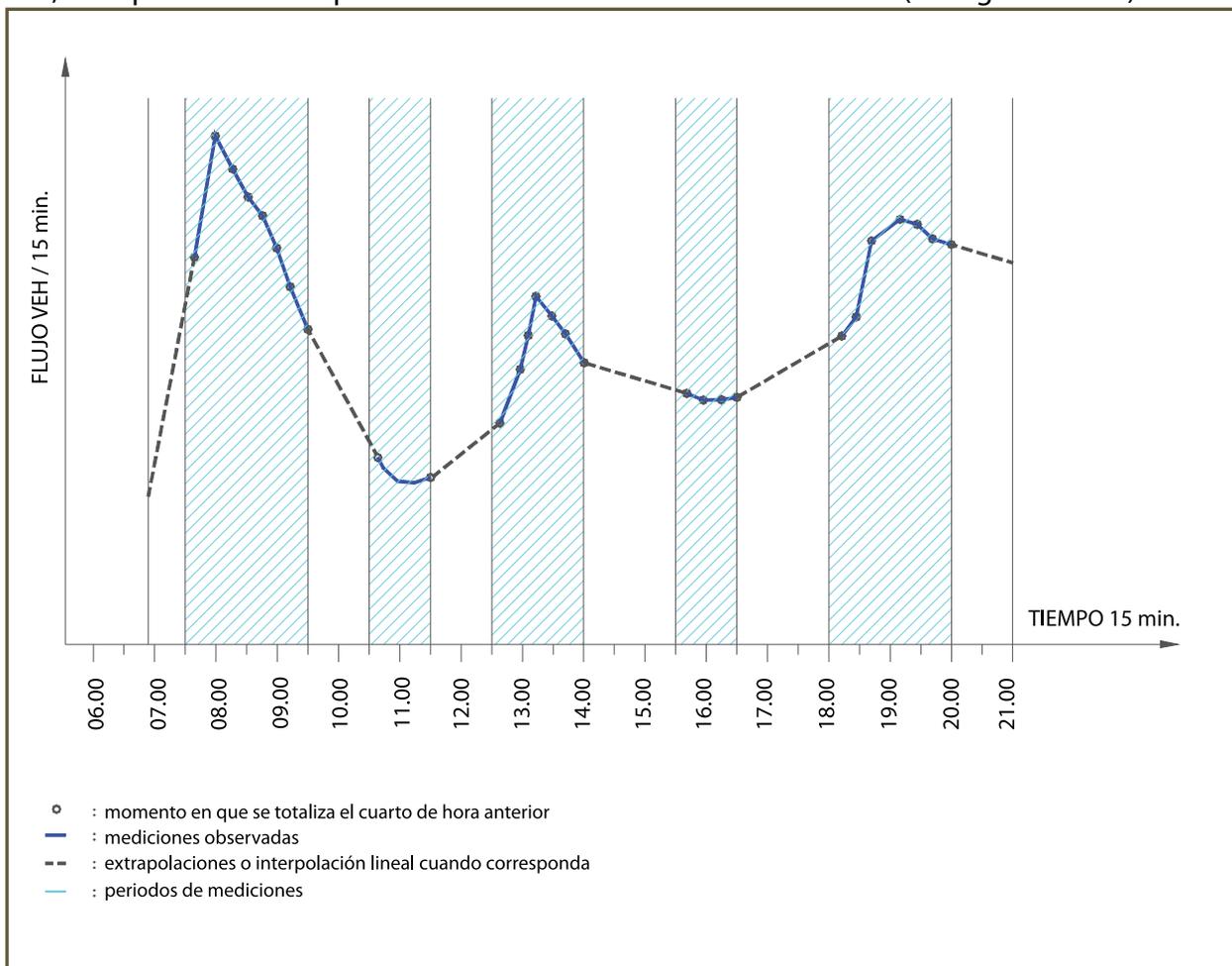


Fig. 4.04.3

Posteriormente, se calcula el flujo promedio considerando este período, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$FP = \frac{\sum_{i=1}^{56} FC_i}{56} \times 4$$

en que:

FP = Flujo promedio en el frente "j" en veh / eq.h.

FC<sub>i</sub> = Flujo del cuarto de hora "i" en veh.eq / cuarto de hora.

Finalmente, el flujo promedio de diseño es:

$$FPD_j = \frac{FP_j}{N}$$

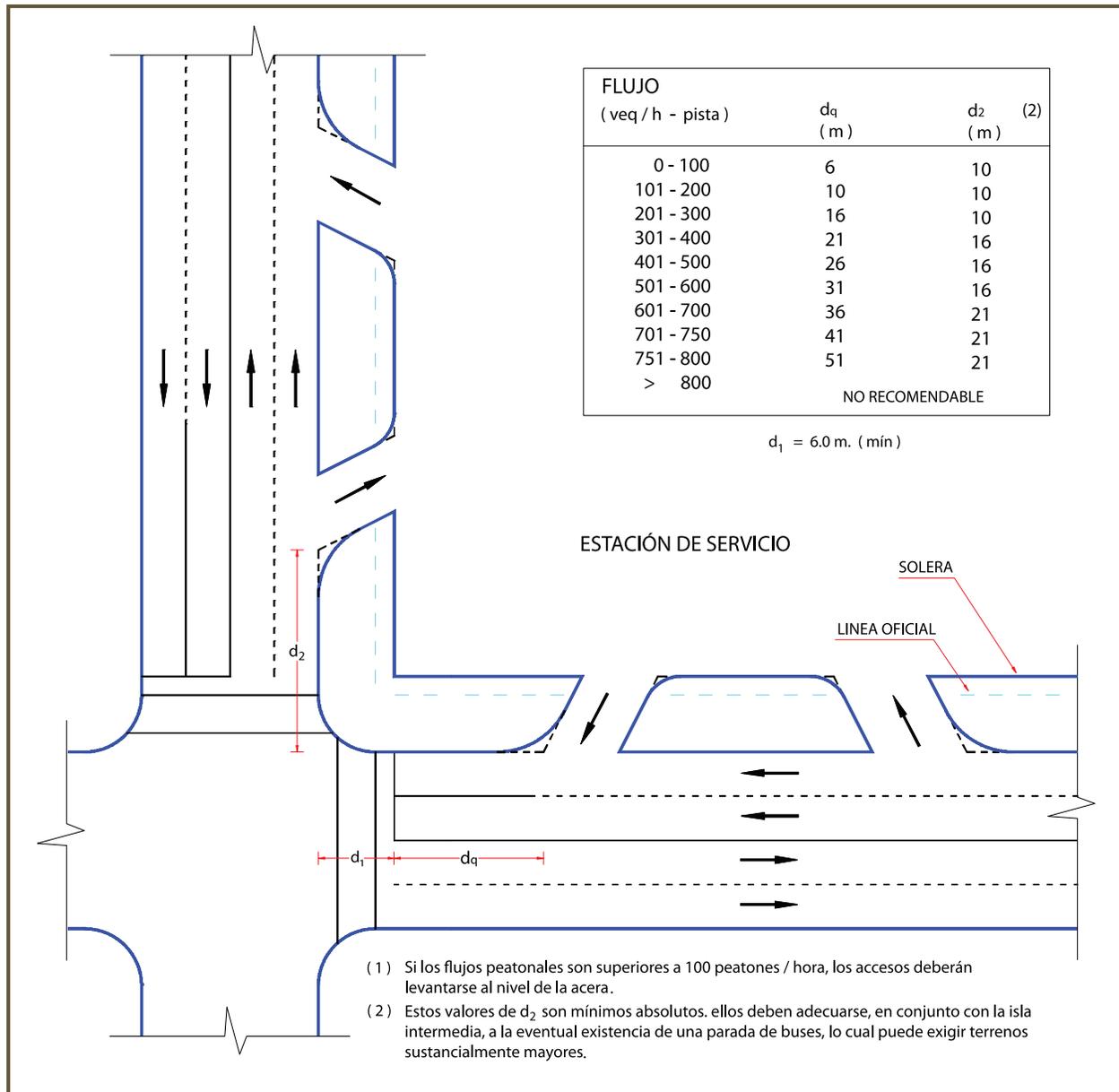
en que:

FPD = Flujo promedio de diseño en el frente "j" en veh / eq.h.

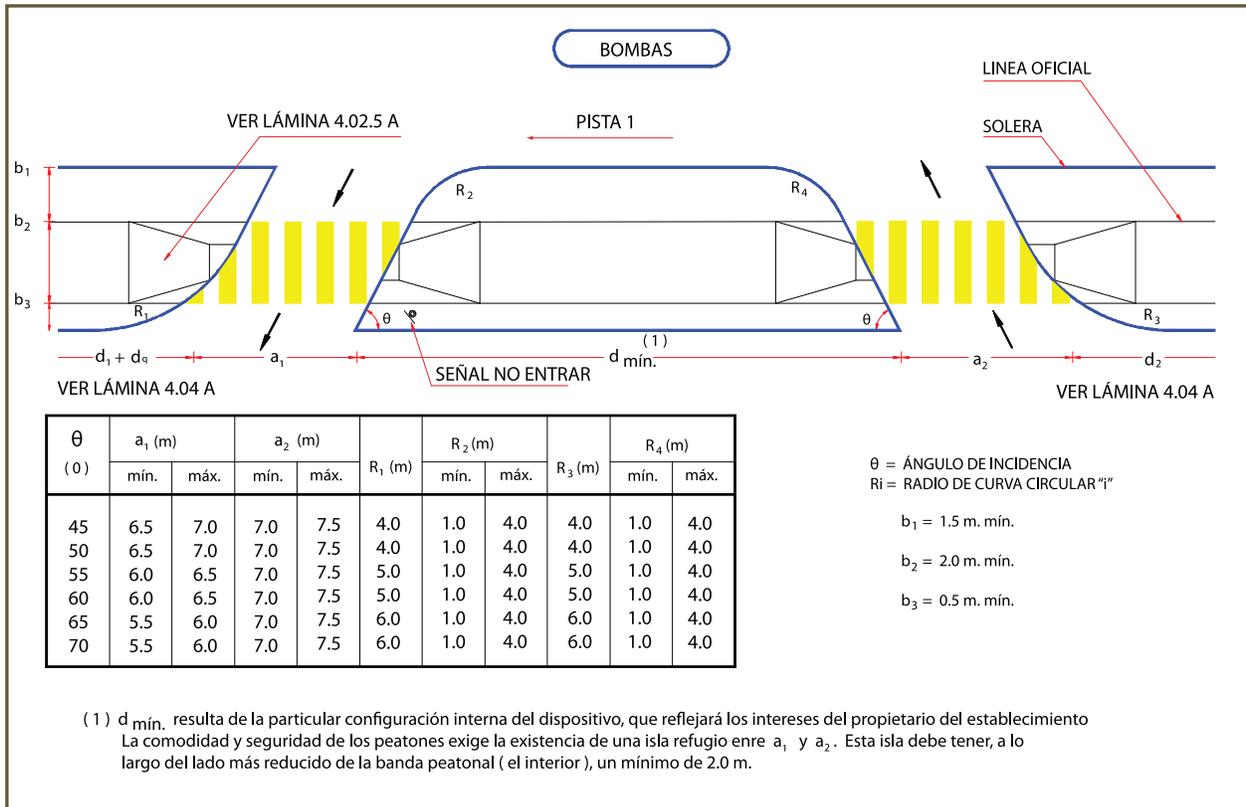
N = Número de pistas para el flujo medido (1 pista = 3,5m)

La tabla de la lámina 4.04 A muestra los valores de d<sub>q</sub> y d<sub>2</sub> que corresponden a distintos órdenes de magnitud del FPD<sub>j</sub> (Flujo en la tabla).

Cálculo de la Distancia  $d_q$  y  $d_2$



4.04 A



4.04 B

**4.04.4 INTERSECCION CON VEREDAS.**

Los accesos a las propiedades, en especial aquellas de uso comercial e institucional, generan un espacio de uso compartido entre los vehículos que acceden o egresan de las propiedades, con los peatones que se desplazan por las aceras, pero ha de tenerse presente en los diseños, que la preferencia de circulación en dicha área, es exclusiva del peatón, en tal sentido, los diseños deben considerar trazados preferentemente rectos de las veredas, soleras rebajadas en el acceso y, que el pavimento del acceso se eleva al nivel de la vereda, adoptando su pendiente transversal, es decir, no se debe forzar la altimetría de las veredas rebajándolas al nivel del pavimento del acceso, sino que, subir dicho pavimento a nivel de veredas.

## CAPITULO 5 ZONAS VEHICULARES EN SECCION NORMAL

Las zonas vehiculares son aquellas diseñadas específicamente para ser usadas por los distintos vehículos que constituyen el parque automotor. Los usos posibles son la circulación, la detención y el estacionamiento.

Para simplificar los planteamientos del presente Manual se ha hecho una separación de estas zonas, distinguiendo las intersecciones, que son materia del capítulo siguiente, y aquellas otras de naturaleza eminentemente lineal que constituyen las “calles”, en un sentido reducido.

Para efectos convencionales de definición, se considerará que una zona vehicular “en sección normal” deja de ser tal, para pasar a formar parte de una intersección o enlace, en el primer punto en el cual un vehículo que circula por dicha sección normal puede iniciar una maniobra destinada a tomar una dirección alternativa a la que define el eje de la vía. En este sentido, las pistas de cambio de velocidad, para giros y espera, quedarían excluidas de las zonas vehiculares en sección normal.

El presente capítulo se desarrolla en tres secciones. La primera normaliza los aspectos relativos al diseño geométrico del alineamiento – horizontal y vertical – y a la forma en que debe abordarse el problema del peralte y sus transiciones allí donde éste se presente. La segunda sección aborda aspectos dimensionales relativos a la sección transversal, lo cual lleva a una descripción más específica de los elementos constitutivos de una “calle”. La tercera entrega criterios con respecto a la composición de los elementos vehiculares, peatonales y verdes dentro de una sección.

## SECCION 5.01 DISEÑO GEOMETRICO DE ALINEAMIENTOS

**5.01.1 EL EJE DE REPLANTEO**

Una calle es una obra tridimensional, cuyos elementos quedan definidos mediante sus proyecciones sobre cada uno de los planos ortogonales de referencia: planta, sección longitudinal y sección transversal.

El elemento sobre el cual descansa tal definición es el eje de la vía, si ésta consulta calzada única o calzadas regularmente separadas, o un sistema de dos o más ejes si las calzadas involucradas son de alguna manera independientes.

Las proyecciones en planta y elevación de estos ejes constituyen los alineamientos horizontal y vertical respectivamente, también llamados “ejes en planta” y “sección longitudinal”.

Asociada a la definición de los ejes es posible la descripción de los demás elementos de la calle, de sus características geométricas y de sus interrelaciones. Todo este proceso debe realizarse siguiendo un conjunto de normas y recomendaciones, las cuales son aplicables, en primera instancia, al (a los) eje (s) de la vía.

Estos ejes, por una parte, deben adaptarse lo más posible a las circunstancias materiales de la ciudad, la cual generalmente impone condicionamientos difíciles de superar con costos razonables. Por otra parte, sus geometrías deben posibilitar la definición de una superficie de rodadura que permita un desplazamiento seguro a cualquier vehículo que en condiciones favorables del flujo circule a una cierta velocidad (de Diseño).

La posición normal del eje de replanteo de una calzada, con respecto a ésta, es el eje de simetría de su sección tipo.

Si esta sección sufre modificaciones en el diseño (modificación del número de pistas, por ejemplo), será necesario discontinuar el eje si dicha modificación deja situado el eje en una posición inconveniente.

En tal caso se deberá respetar la continuidad de cada una de las pistas que constituyen la calzada, lo que obliga a trasladar el eje de tal modo que las alineaciones que lo definen en su nueva posición sean coherentes con la del eje anterior, tanto en planta como en elevación.

Es posible que el eje se pueda mantener después de la modificación de la sección tipo, quedando situado en una posición distinta a la del eje de simetría de la calzada (separación entre pistas, por ejemplo). Esto resultará preferible si no se presentan problemas con las representaciones transversales y si la modificación es momentánea.

Si se opta por discontinuar el eje, debe dejarse claramente reflejado en los planos este hecho.

Se puede considerar que el diseño propiamente tal comienza cuando se define una velocidad de diseño para las vías en cuestión, a partir de los antecedentes del caso, que incluyen la elección de una categoría.

En efecto, la definición de una velocidad límite, la cual teóricamente no debería ser sobrepasada por los vehículos, determina, en dependencia con las características físicas de dichos vehículos y las calles, de los conductores y del movimiento del conjunto, todos los parámetros – máximos, mínimos y recomendables – que dirigen la definición de las alineaciones en planta y elevación.

El problema del diseño en su fase definitiva, esto es cuando está decidido un esquema general de oferta que satisface razonablemente una demanda prevista, consiste en describir dichos ejes de tal modo que el movimiento de los vehículos a la velocidad máxima permitida sea dinámicamente posible en condiciones de estabilidad, y además, que en todo punto de

vía el usuario, circulando en tales condiciones, tenga suficiente tiempo para adecuar su conducción a la geometría de ésta y a la información recibida a través de la señalización.

Las normas y recomendaciones que aquí se entregan persiguen este propósito. Sin embargo, el buen diseño no resulta de una aplicación mecánica de estos criterios, sino de una juiciosa y flexible coordinación de estos aspectos con los muchos otros descritos globalmente en el capítulo 2, algunos de los cuales limitan drásticamente las posibilidades del proyectista.

A continuación se abordará, sucesivamente, el diseño en planta, elevación y corte de una calle.

### 5.01.2 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

La planta de una calle, como se dijo, se define en torno a uno o más ejes, que consisten en una sucesión continua de rectas y curvas. Estas últimas pueden ser arcos de circunferencia y/o clotoides. Unas y otras se combinan según varias posibilidades, analizadas en el párrafo 5.01.204.

#### 5.01.201 Alineaciones Rectas

**(1) Aspectos Generales.** Las alineaciones rectas son de uso habitual en las calles de una ciudad, siendo tradicional que se las prefiera como elemento básico de definición, por la simplicidad con que los problemas geométricos propios de todo diseño pueden ser abordados y resueltos, por la facilidad que ellas ofrecen a los usuarios para la conducción y orientación, y en general por todo un conjunto de conveniencias que en última instancia se traducen en un costo menor de proyecto, ejecución y operación.

Sin embargo, existen calles en las que un trazado recto muestra, más que otra cosa, falta de imaginación del urbanista. En efecto, en zonas urbanas habitacionales de baja o mediana densidad, puede resultar mucho mejor combinar trazados del tipo de las calles-vereda (véase Sección 4.01) con esporádicas vías convencionales sobre las cuales tenderán a concentrarse los volúmenes de paso.

Este esquema permite tener espacios urbanos gratos y seguros, producto de flujos estrictamente vecinales a velocidades reducidas y de la variedad paisajística asociada a los diseños de planta sinuosa.

**(2) Longitudes Máximas.** No existe limitación al uso de rectas de gran longitud en calles troncales, colectoras y de servicio. En vías expresas conviene un trazado que se ajuste lo más posible a la fisonomía de la ciudad (topografía y construcciones), considerando la velocidad de diseño y la capacidad de la vía. En tales casos los trazados sin grandes rectas pueden adaptarse mejor a dichas características urbanas y a la vez consiguen los beneficios propios de un trazado variado; conviene considerar además que incluso en las grandes ciudades, de noche principalmente, las rectas largas producen somnolencia. Pero en todo caso, el presente

manual no impondrá un máximo a la longitud de las alineaciones rectas, ya que una limitación de este tipo es más propia de vías rurales, donde los condicionamientos del terreno no son tan estrictos.

**(3) Longitudes Mínimas.** Cuando se tengan dos curvas circulares sucesivas separadas por una alineación recta, sin clotoides intermedias, dicha recta deberá tener una longitud mínima que depende de los sentidos de curvatura de ambos arcos circulares: si son distintos (curva en "S") y las inclinaciones transversales son también distintas, lo que ocurre cuando una de ellas o las dos consultan peraltes en vez del bombeo (véase 5.01.202), el mínimo en cuestión será aquél que permita ejecutar la transición del peralte en las condiciones descritas en 5.01.205; y si las curvaturas son del mismo sentido (ovoide), el mínimo será  $L_{rm} = (V - 10)m$ , donde  $V$  es la velocidad de diseño desprovista de su dimensión (km/h) y entendida como una cantidad de metros (si  $V = 60 \text{ km/h}$ ,  $L_{rm} = 60 - 10 = 50$  metros). Esto último para facilitar una clara distinción entre las curvaturas de dicho radio. La inclinación transversal en dicha recta puede ser hasta de un 3,5% a una sola agua, con el fin de simplificar las transiciones que de otro modo serían necesarias.

### 5.01.202 Curvas Circulares

**(1) Descripción.** Los arcos de círculo son elementos vastamente utilizados en el diseño vial para producir un empalme entre dos alineaciones rectas que se cortan en un punto, llamado "vértice de planta", y que forman un ángulo  $\omega$ . Convencionalmente se asigna un signo al valor del radio de curvatura, siendo éste positivo si la segunda alineación recta (en el sentido del avance del kilometraje) presenta un azimut mayor que la primera y negativo en caso contrario. El azimut es el ángulo que subtiende una tangente al eje en un punto de él con el Norte geográfico. En la lámina 5.01.202 (1) A se muestran los elementos de las curvas circulares.

Donde:

$V_n$  = vértice, punto de intersección de dos alineaciones consecutivas del trazado

$\alpha$  = ángulo entre dos alineaciones, medido a partir de la alineación de entrada, en el sentido de los punteros del reloj, hasta la alineación de salida

$\omega$  = ángulo de deflexión entre ambas alineaciones, que se repite como ángulo del centro subtendido por el arco circular.

$R$  = radio de curvatura del arco de círculo (m)

$T$  = tangente, distancia entre el vértice y los puntos de tangencia del arco de círculo con las alineaciones de entrada y salida (m). Determinan el principio de curva  $P_c$  y el fin de la curva  $F_c$

$S$  = bisectriz, distancia desde el vértice al punto medio  $M_c$  del arco de círculo (m)

$D$  = desarrollo, longitud del arco de círculo entre los puntos de tangencia  $P_c$  y  $F_c$  (m)

$E$  = ensanche, sobreesfuerzo que pueden requerir las curvas para compensar el mayor ancho ocupado por un vehículo al describir una curva

## El Eje de Replanteo

Las medidas angulares se expresan en grados centesimales (g)

**(2) El Problema Dinámico.** El trazado mediante curvas circulares implica resolver adecuadamente el problema dinámico de un móvil que sigue una trayectoria de esta naturaleza, con un radio  $R$ , a una velocidad  $V$  (de diseño) sobre una superficie que puede tener una cierta inclinación transversal  $p$  ó  $b$  y con la cual está en contacto a través de los neumáticos, lo que determina una cierta fricción transversal que depende de la velocidad y que se expresa a través de un coeficiente  $t$ .

La ecuación que relaciona estas variables es  $R = V^2 / 127 (p + t)$ , en la cual  $R$  está en metros,  $V$  en  $km/h$ ,  $p$  y  $t$  en tanto por uno.

Donde:

$R$  = Radio mínimo ( $m$ )

$V$  = velocidad de diseño ( $km/h$ )

$p$  = peralte máximo (tanto por uno)

$t$  = coeficiente de fricción transversal máximo correspondiente a la velocidad de diseño  $V$

No se considera el caso de la pendiente transversal en bombeo ( $b$ ), pues éste corresponde a una situación singular (véase letra  $b$ ) del presente acápite), en la que parte de la calzada vierte hacia un lado del eje y parte hacia la opuesta, generándose en tal caso un contraperalte ( $-b$ ) en la que vierte hacia el exterior de la curva.

*a) El Coeficiente de Fricción Transversal.* Este coeficiente es una medida de la capacidad del par neumáticos – pavimento para resistir fuerzas transversales sin un desplazamiento en el mismo sentido. Los valores del coeficiente  $t$ , que dependen de la velocidad, han sido objeto de largas y costosas investigaciones empíricas. En Chile se ha adoptado las conclusiones de la AASHTO, U.S.A., que entrega resultados algo distintos para los casos de intersecciones y de carreteras en sección normal. Para velocidades bajas se han aceptado los propios de las intersecciones y paulatinamente se ha ido llegando a los correspondientes a carreteras, a medida que la velocidad de diseño aumenta. Este criterio supone que en la ciudad los conductores están más atentos y por lo tanto mejor predispuestos para aceptar una maniobra que utilice fracciones mayores de la fricción. Esto es sin duda cierto y permite asimilar el caso al de las intersecciones. A partir de 65  $km/h$ , sin embargo, se usan los valores propios de la carretera, lo que supone un factor de seguridad más generoso. Unos y otros valores aparecen en la tabla 5.01.202 (2) A.

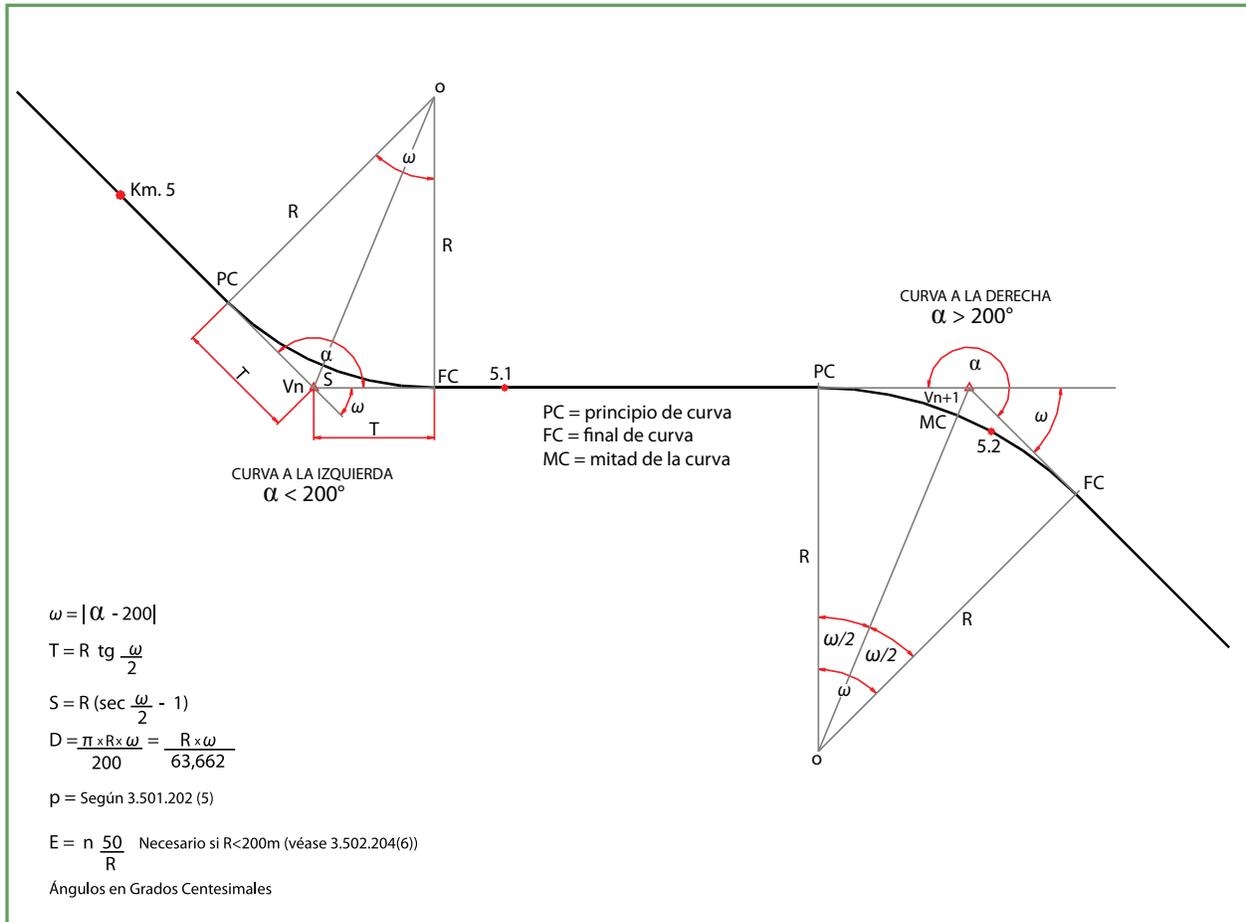


Fig 5.01.202(1)A

**TABLA 5.01.202 (2) A**  
**COEFICIENTES DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMOS**

<b>V (km/h)</b>	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
<b>t (%)</b>	31	28	25	23	21	19	18	17	16	15	14	14	13	13	13	13

b) *La Inclinación Transversal.* Se llama “peralte” a una inclinación transversal constante de una calzada en todo su ancho, que orientada adecuadamente – punto bajo en el interior de la curva – permite una marcha más cómoda a los vehículos: compensa parte de la aceleración centrífuga, quedando el saldo no compensado por cuenta de la fricción entre neumáticos y pavimento.

Se llama “bombeo” a una inclinación transversal mínima que debe presentar la calzada para facilitar su drenaje superficial. Esta inclinación mínima (2% y preferiblemente 2,5%) puede ser constante en todo el ancho de la calzada (bombeo único o “a una agua”) o presentar una discontinuidad en el eje de simetría de la misma, vertiendo una mitad hacia uno de sus bordes y la otra mitad hacia el borde opuesto (bombeo doble o “a dos aguas”).

El bombeo entonces es una situación que se presenta en las alineaciones rectas, pero que puede mantenerse a lo largo del desarrollo de una curva circular si las condiciones dinámicas lo permiten. Esto es frecuente y a veces inevitable en los diseños urbanos, en los cuales existen mayores condicionamientos altimétricos para los bordes de las calzadas, debido a la obligación de producir empalmes coherentes y estéticos con los demás elementos urbanos.

En este caso, es preciso distinguir si el bombeo es favorable al desplazamiento circular o no. Lo primero ocurre si éste es único y produce bordes interiores deprimidos, caso en el cual se puede considerar como “peralte mínimo”. Lo segundo ocurre en el caso contrario (borde interior elevado) y cuando existe bombeo doble, donde una de las mitades de la calzada presentará contraperalte. Estas situaciones desfavorables, pero que pueden ser aceptables, son tratadas especialmente en el acápite 5.01.202 (4).

Cuando no se pueda mantener el bombeo de una calle en una curva, por ser el radio de ésta muy pequeño para la velocidad de diseño considerada, será imprescindible recurrir al peralte, que podrá ser el mínimo – igual al valor del bombeo, pero en el sentido adecuado – u otros valores superiores que no excedan ciertos máximos. Estos máximos deben ser compatibles con la altimetría del enclavamiento, dentro de ciertos marcos estéticos, y con las características del tránsito.

En efecto, aún cuando fijar la geometría de una vía exige la definición previa de una velocidad de diseño, el hecho de tratarse de una vía urbana implica, mucho más que en el caso rural, una gran dispersión de las velocidades de operación a lo largo del día y de la vida útil en general. Esto, sumado a las limitaciones físicas que impone el entorno urbano, hace recomendable limitar el peralte máximo en forma mucho más estricta que en el caso de las carreteras rurales.

En la tabla que sigue se entregan estos valores máximos del peralte según la categoría de vía, siendo menores aquellos correspondientes a las vías de menor velocidad de diseño y en las cuales se puede esperar una operación de los vehículos en regímenes muy variados, todo lo cual hace más incómodo – e incluso peligroso – el uso de peraltes elevados.

Los máximos tolerables son mayores para vías colectoras y troncales, aún cuando para las velocidades más bajas dentro del rango que les es propio se recomienda especialmente el uso de un peralte máximo del 6%.

En las vías expresas, donde se tiene un caso más próximo al de las carreteras, se recomiendan peraltes máximos algo mayores e incluso se toleran valores del 8%, que es el correspondiente a carreteras y que se aplica también a las autopistas urbanas.

**TABLA 5.01.202 (2) B**  
**PERALTES MAXIMOS**

CATEGORIA	p. MAX. DESEABLE	p. MAX. TOLERABLE
LOCALES Y SERVICIO	4%	4%
COLECTORAS Y TRONCALES	4%	6%
VIAS EXPRESAS	6%	8%

c) *La Relación entre las Variables.* La expresión  $R = V^2 / 127 (t + p)$  requiere algunas explicitaciones para su atinada aplicación.

Elegido un peralte máximo, es simple obtener un radio mínimo para una cierta velocidad de diseño: basta considerar dicho peralte y el coeficiente  $\underline{t}$  máximo para la velocidad en cuestión (véase acápite siguiente). Pero, por otra parte, es necesario precisar algún criterio para obtener los valores de  $\underline{R}$  que corresponden a peraltes inferiores al máximo.

En definitiva, el problema consiste en determinar alguna relación entre  $\underline{t}$  y  $\underline{p}$ , de tal modo que para el caso de un cierto trazado – donde se ha impuesto un peralte máximo – al uso de un peralte menor vaya asociado un valor de  $\underline{t}$  también inferior al máximo, todo lo cual se combina en la ecuación fundamental para producir un radio de curvatura mayor.

Las Normas de Diseño de Carreteras que se aplican en Chile (MOP, 1981) resuelven este problema haciendo  $t = 2p$  ( $t = 3p$  en intersecciones). Ello redundará en trazados donde el conductor que circula a la velocidad de diseño ve compensado un tercio de la aceleración radial por el peralte y los dos tercios restantes por la fricción (un cuarto y tres cuartos, respectivamente, para el caso de las intersecciones).

La AASHTO aborda el problema de una manera en principio similar a la propuesta en este Manual de Vialidad Urbana, al partir definiendo peraltes máximos. De ello resulta una segunda diferencia con el criterio del MOP, ya que AASHTO aplica dichos máximos sin restricción para obtener radios mínimos, cualquiera sea la relación resultante entre dichos peraltes y los coeficientes  $\underline{t}$ ; mientras que el criterio chileno implica una limitación adicional al valor del peralte extremo: al ser los coeficientes  $\underline{t}$  inferiores a 0.16 ó 0.24 a partir de ciertas velocidades, es obligatorio reducir  $\underline{p}$  para respetar  $t = 2p$  ó  $t = 3p$  respectivamente.

Por otra parte, el método AASHTO, para peraltes inferiores al máximo, procede también de una forma distinta. En efecto, en este caso se define una relación entre  $\underline{t}$  y  $\underline{p}$  según la cual se tiene coeficientes de fricción muy bajos para peraltes cercanos al mínimo (1,2%), que crecen hasta el valor máximo en forma parabólica. Esto produce radios de curvatura muy

generosos para peraltes bajos, con lo que se logra que una gran parte de la aceleración radial sea compensada por el peralte. Esto otorga comodidad y seguridad adicionales a los vehículos que exceden la velocidad de diseño.

Este criterio americano no puede ser aplicado en ciudades sin limitar agudamente la flexibilidad del diseño, que requiere la posibilidad de reducir los radios de curvatura, aún a expensas de esa comodidad adicional que dicho criterio confiere y que en última instancia incentiva excesos de velocidad que en las ciudades tienen consecuencias distintas – generalmente mucho más graves – que en trazados rurales.

Por esto es que esta norma acepta aplicar una relación lineal entre  $\underline{t}$  y  $\underline{p}$  consistente en utilizar  $\underline{t}/2$  para peraltes mínimos (2%) y  $\underline{t}$  para el peralte máximo, lo cual genera tres curvas distintas para cada velocidad de diseño: una para cada peralte máximo. Estas curvas se presentan en las láminas 5.01.202 (5) A y B. Los valores de  $\underline{t}$  que resultan para cada peralte según la velocidad de diseño y según el  $P$  máx aparecen en las tablas 5.01.202 (5) A, B, C y D.

Este criterio supone que los conductores, al circular por curvas así diseñadas, van a utilizar fracciones no inferiores a la mitad de la máxima permisible – lo cual no constituye contradicción alguna – pero que además van a descansar proporcionalmente más en dicha fricción que en el caso de una vía diseñada según la AASHTO, por lo menos cuando los peraltes y las velocidades son bajas. Esto implica una curva más “incómoda”, desincentivante de los excesos de velocidad, pero aún razonablemente segura a la velocidad de diseño. Por otra parte, ello permite trazados más económicos y que en todo caso representan geometrías normalizadas y mucho más conservadoras que algunas vías actualmente en operaciones en las ciudades chilenas.

**(3) Radios Mínimos.** Si se aplican en  $R = V^2/127 (t + p)$  los coeficientes de fricción transversal máximos para cada velocidad de diseño, y el peralte máximo recomendable para las categorías de las vías aquí contempladas, se tienen tres familias de Radios Mínimos, una para cada uno de dichos peraltes máximos (4, 6 y 8%), las cuales se tabulan a continuación. Estos valores aparecen sin redondeo en las láminas 5.01.202 (5) A y B y en las tablas 5.01.202 (5) A, B C y D, al lado de los correspondientes peraltes máximos.

Se recuerda que en el caso de aplicarse radios mínimos debe considerarse el papel que juega el ancho de calzada en la situación más desfavorable, que consiste en un vehículo transitando por una pista interior, la cual presentaría un radio de curvatura menor que el mínimo. Si la diferencia en cuestión supera el 10% del valor del radio de curvatura en el eje, conviene aumentar algo este último, sin reducir el peralte que le correspondía originalmente.

**TABLA 5.01.202 (3) A**  
**RADIOS MINIMOS**

		V (km/h)	RADIOS MINIMOS SEGUN CATEGORIA, CON EL P MAX DESEABLE			
			p.MAX = 4%	p.MAX = 6%	p.MAX = 8%	
SERVICIO	Locales	25	15			
		30	22			
		35	35			
TRONCALES	Colectoras	40	50	(45)		
		45	65	(60)		
			50	85	(80)	
			55	110	(100)	
			60	135	(125)	
			65	165	(150)	
			70	200	(180)	
	Expresas		75	250	(220)	
			80	280	250	230
			85	(340)	300	270
90			(375)	340	300	
95			(420)	375	340	
		100	(460)	420	375	

- Valores redondeados. Entre ( ) porque corresponden a valores de  $R$  calculados con peraltes máximos distintos a los deseables. Véase tabla 5.02.202 (2) B.

**(4) Radios Mínimos con Contraperalte.** Como se ha dicho, en muchas calles podrá ser conveniente o necesario mantener el bombeo incluso en curvas, evitando con ello transiciones de peralte, las cuales pueden dificultar y afean la solución altimétrica de los bordes de la calzada y producir problemas de drenaje cuando la pendiente longitudinal es escasa. Esto, que implica un contraperalte, no será posible de ejecutarse cuando las curvas en cuestión tengan un radio de curvatura inferior al valor límite que permite un contraperalte de  $-2,5\%$  para la velocidad de diseño. Estos valores límites se calculan aplicando la ecuación  $R = V^2 / 127 (t' + p)$ , con un valor de  $p = -0,025$  y de  $t' = 0,6 t \text{ máx}$ , resultando la expresión:  $RLC = V^2 / 127 (0,6 t \text{ máx} - 0,025)$ , cuyos resultados en función de la Velocidad de diseño se tabulan a continuación:

**TABLA 5.01.202 (4) A**  
**RADIOS LIMITES EN CONTRAPERALTE\* EN VIAS NO EXPRESAS**

<b>V (Km/h)</b>	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
<b>RLC (m)</b>	30	50	75	110	160	220	290	370	470	600	750	850

\* Calculado con contraperalte de 2,5%; válido para contraperalte del 2%.

No se considera recomendable contraperaltar vías expresas, salvo en casos muy obligados. En tales casos, se debe aplicar un  $t' = 0,5 t$ , lo que arroja los resultados tabulados a continuación:

**TABLA 5.01.202 (4) B**  
**RADIOS LIMITES EN CONTRAPERALTE\* EN VIAS EXPRESAS**

<b>V (Km/h)</b>	80	85	90	95	100
<b>RLCE (m)</b>	1.100	1.400	1.600	1.800	2.000

\* Calculado con  $-p = 2,5\%$ . Válido para  $-p = 2\%$ .

**(5) Radios Sobre los Mínimos.** Cuando se requiere un radio de curvatura más amplio para una velocidad de diseño elegida, será necesario un peralte menor que el máximo utilizado para el cálculo del radio mínimo. A la inversa, si se desea un peralte menor para un cierto tramo con dicha velocidad de diseño, será preciso ampliar el radio de curvatura.

En las láminas 5.01.202 (5) A y B se presentan las familias de curvas que relacionan  $p$  y  $R$  para cada velocidad de diseño, considerando peraltes máximos de 4, 6 y 8 por ciento.

En las tablas 5.01.202 (5) A, B, C y D, aparecen, para cada velocidad de diseño y cada peralte máximo, además de los valores del radio correspondientes a distintos peraltes – con incrementos de 0,5% dentro del rango entre 2% y dicho máximo –, los valores de  $t$  y del parámetro mínimo de la clotoide que se debe utilizar para repartir, a una tasa gradual máxima de valor  $J$ , la aceleración radial que se producirá al pasar de una recta al círculo de esos radios y peraltes (véase letra  $a$  del acápite 5.01.203 (3)).

Los criterios utilizados para la determinación de estos valores de  $R$  fueron materia del acápite 5.01.202 (2).

**(6) Desarrollos Mínimos.** Siempre que sea posible, se deberá evitar desarrollos demasiado cortos de la curva circular, ya sea que se trate de radios próximos a los mínimos o de

deflexiones pequeñas. Los valores recomendables de dichos desarrollos se presentan en las tablas que siguen.

**TABLA 5.01.202 (6) A**  
**DESARROLLO MINIMO DE CURVAS CIRCULARES (CUANDO  $R \approx MIN$ )**

<b>V</b> <b>(Km/h)</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>D Mín.</b> <b>(m)</b>	3	10	20	30	40	50	65	90	115	150

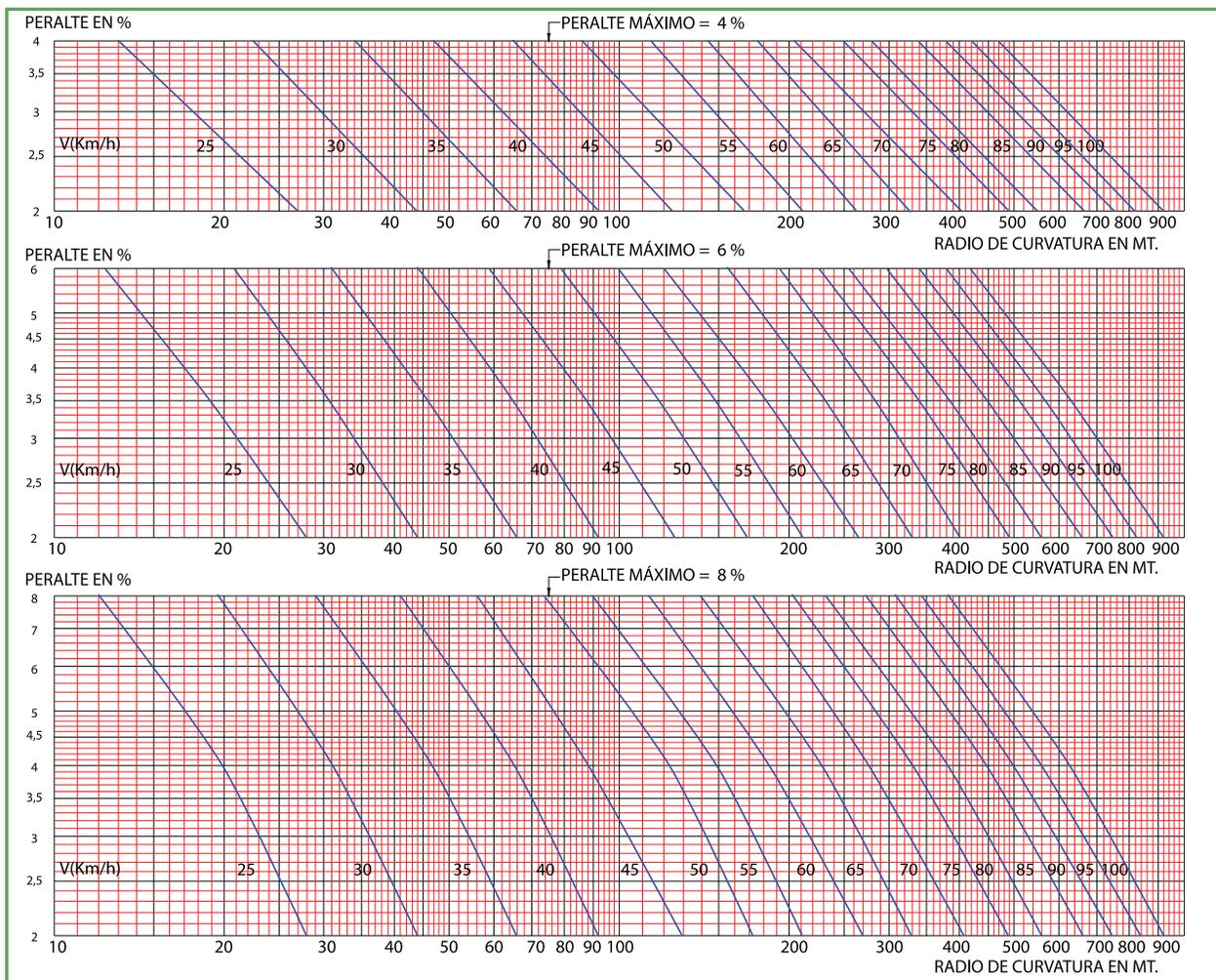


Fig. 5.01.202(5)A y B  
Relaciones  $R-p-t-V$  en Curvas Circulares

**TABLA 5.01.202 (5)A**  
**RELACIONES V, R, p, t, A PARA P máx.= 4, 6 y 8**

V = 25 Km/h.				V = 30 Km/h.				V = 35 Km/h.				V = 40 Km/h.			
P	t	R	A	P	t	R	A	P	t	R	A	P	t	R	A
P máx. = 4%				P máx. = 4%				P máx. = 4%				P máx. = 4%			
2,0	15,5	28,1	17,4	2,0	14,0	44,3	23,1	2,0	12,5	66,5	29,3	2,0	11,5	93,3	36,0
2,5	19,4	22,5	17,4	2,5	17,5	35,4	23,1	2,5	15,6	53,2	29,3	2,5	14,4	74,7	36,0
3,0	23,3	18,7	17,4	3,0	21,0	29,5	23,1	3,0	18,8	44,3	29,3	3,0	17,3	62,2	36,0
3,5	27,1	16,1	17,4	3,5	24,5	25,3	23,1	3,5	21,9	38,0	29,3	3,5	20,1	53,3	36,0
4,0	31,0	14,1	17,4	4,0	28,0	22,1	23,1	4,0	25,0	33,3	29,3	4,0	23,0	46,7	36,0
P máx. = 6%				P máx. = 6%				P máx. = 6%				P máx. = 6%			
2,0	15,5	28,1	17,4	2,0	14,0	44,3	23,1	2,0	12,5	66,5	29,3	2,0	11,5	93,3	36,0
2,5	17,4	24,7	17,3	2,5	15,8	38,8	22,9	2,5	14,1	58,2	29,0	2,5	12,9	81,6	35,7
3,0	19,4	22,0	17,2	3,0	17,5	34,6	22,8	3,0	15,6	51,8	28,9	3,0	14,4	72,5	35,5
3,5	21,3	19,8	17,2	3,5	19,3	31,1	22,7	3,5	17,2	46,6	28,7	3,5	15,8	65,2	35,3
4,0	23,3	18,1	17,1	4,0	21,0	28,3	22,6	4,0	18,8	42,4	28,6	4,0	17,3	59,3	35,2
4,5	25,2	16,6	17,1	4,5	22,8	26,0	22,6	4,5	20,3	38,9	28,5	4,5	18,7	54,3	35,0
5,0	27,1	15,3	17,0	5,0	24,5	24,0	22,5	5,0	21,9	35,9	28,4	5,0	20,1	50,1	34,9
5,5	29,1	14,2	17,0	5,5	26,3	22,3	22,4	5,5	23,4	33,3	28,4	5,5	21,6	46,6	34,8
6,0	31,0	13,3	17,0	6,0	28,0	20,8	22,4	6,0	25,0	31,1	28,3	6,0	23,0	43,4	34,8
P máx. = 8%				P máx. = 8%				P máx. = 8%				P máx. = 8%			
2,0	15,5	28,1	17,4	2,0	14,0	44,3	23,1	2,0	12,5	66,5	29,3	2,0	11,5	93,3	36,0
2,5	16,8	25,5	17,3	2,5	15,2	40,1	22,9	2,5	13,5	60,1	29,0	2,5	12,5	84,2	35,6
3,0	18,1	23,3	17,2	3,0	16,3	36,7	22,7	3,0	14,6	54,9	28,7	3,0	13,4	76,7	35,3
3,5	19,4	21,5	17,1	3,5	17,5	33,7	22,5	3,5	15,6	50,4	28,5	3,5	14,4	70,5	35,0
4,0	20,7	20,0	17,0	4,0	18,7	31,3	22,4	4,0	16,7	46,7	28,3	4,0	15,3	65,2	34,8
4,5	22,0	18,6	16,9	4,5	19,8	29,1	22,3	4,5	17,7	43,4	28,1	4,5	16,3	60,6	34,6
5,0	23,3	17,4	16,8	5,0	21,0	27,3	22,2	5,0	18,8	40,6	28,0	5,0	17,3	56,6	34,4
5,5	24,5	16,4	16,8	5,5	22,2	25,6	22,1	5,5	19,8	38,1	27,9	5,5	18,2	53,1	34,2
6,0	25,8	15,5	16,7	6,0	23,3	24,2	22,0	6,0	20,8	35,9	27,8	6,0	19,2	50,1	34,1
6,5	27,1	14,6	16,6	6,5	24,5	22,9	21,9	6,5	21,9	34,0	27,7	6,5	20,1	47,3	33,9
7,0	28,4	13,9	16,6	7,0	25,7	21,7	21,9	7,0	22,9	32,2	27,6	7,0	21,1	44,9	33,8
7,5	29,7	13,2	16,6	7,5	26,8	20,6	21,8	7,5	24,0	30,7	27,5	7,5	22,0	42,6	33,7
8,0	31,0	12,6	16,5	8,0	28,0	19,7	21,8	8,0	25,0	29,2	27,4	8,0	23,0	40,6	33,6

TABLA 5.01.202 (5)B  
RELACIONES  $V, R, p, t, A$  PARA  $P_{m\acute{a}x.} = 4, 6$  y  $8$

$V = 45 \text{ Km/h.}$					$V = 50 \text{ Km/h.}$					$V = 55 \text{ Km/h.}$					$V = 60 \text{ Km/h.}$				
$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$	
$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$				
2,0	10,5	127,6	43,3		2,0	9,5	171,2	51,0		2,0	9,0	216,5	59,5		2,0	8,5	270,0	68,4	
2,5	13,1	102,0	43,3		2,5	10,7	149,3	50,5		2,5	10,1	188,7	58,9		2,5	9,6	235,0	67,7	
3,0	15,0	85,0	43,3		3,0	11,9	132,3	50,2		3,0	11,3	167,2	58,4		3,0	10,6	208,0	67,2	
3,5	18,4	72,9	43,3		3,5	13,1	118,9	49,9		3,5	12,4	150,0	58,0		3,5	11,7	186,6	66,7	
4,0	21,0	63,8	43,3		4,0	14,3	107,9	49,6		4,0	13,5	136,1	57,7		4,0	12,8	169,2	66,4	
$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$				
4,5	17,1	73,9	42,0		4,5	15,4	98,7	49,4		4,5	14,6	124,5	57,5		4,5	13,8	154,8	66,1	
5,0	18,4	68,2	41,9		5,0	16,6	91,0	49,2		5,0	15,8	114,8	57,3		5,0	14,9	142,6	65,8	
5,5	19,7	63,3	41,6		5,5	17,8	84,4	49,1		5,5	16,9	106,5	57,1		5,5	15,9	132,2	65,6	
6,0	21,0	59,1	41,7		6,0	19,0	78,7	48,9		6,0	18,0	99,2	56,9		6,0	17,0	123,2	65,4	
$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$				
2,0	10,5	127,6	43,3		2,0	9,5	171,2	51,0		2,0	9,0	216,5	59,5		2,0	8,5	270,0	68,4	
2,5	11,4	114,9	42,8		2,5	10,3	153,9	50,4		2,5	9,8	194,4	58,7		2,5	9,2	242,1	67,5	
3,0	12,3	104,6	42,3		3,0	11,1	139,8	49,8		3,0	10,5	176,4	58,8		3,0	9,9	219,5	66,7	
3,5	13,1	95,9	42,0		3,5	11,9	128,0	49,3		3,5	11,3	161,5	57,4		3,5	10,6	200,7	66,0	
4,0	14,0	88,6	41,7		4,0	12,7	118,1	48,9		4,0	12,0	148,9	56,9		4,0	11,3	184,9	65,4	
4,5	14,9	82,3	41,4		4,5	13,5	109,6	48,6		4,5	12,8	138,1	56,5		4,5	12,0	171,4	64,9	
5,0	15,8	76,8	41,2		5,0	14,3	102,3	48,3		5,0	13,5	128,8	56,2		5,0	12,8	159,7	64,5	
5,5	16,6	72,1	41,0		5,5	15,0	95,8	48,0		5,5	14,3	120,6	55,8		5,5	13,5	149,5	64,1	
6,0	17,5	67,9	40,8		6,0	15,8	90,2	47,8		6,0	15,0	113,4	55,6		6,0	14,2	140,6	63,8	
6,5	18,4	64,1	40,6		6,5	16,6	85,1	47,6		6,5	15,8	107,1	55,3		6,5	14,9	132,6	63,5	
7,0	19,3	60,7	40,5		7,0	17,4	80,6	47,4		7,0	16,5	101,4	55,1		7,0	15,6	125,5	63,2	
7,5	20,1	57,7	40,3		7,5	18,2	76,6	47,2		7,5	17,3	96,2	54,9		7,5	16,3	119,1	63,0	
8,0	21,0	55,0	40,2		8,0	19,0	72,9	47,1		8,0	18,0	91,6	54,7		8,0	17,0	113,4	62,7	

**TABLA 5.01.202 (5)C**  
**RELACIONES V, R, p, t, A PARA P máx.= 4, 6 y 8**

V = 65 Km/h.					V = 70 Km/h.					V = 75 Km/h.					V = 80 Km/h.				
P	t	R	A		P	t	R	A		P	t	R	A		P	t	R	A	
P máx. = 4%					P máx. = 4%					P máx. = 4%					P máx. = 4%				
2,0	8,0	332,7	77,9		2,0	7,5	406,1	88,0		2,0	7,0	492,1	98,5		2,0	7,0	559,9	110,4	
2,5	10,0	266,1	77,9		2,5	9,4	324,9	88,0		2,5	8,8	393,7	98,5		2,5	8,8	447,9	110,4	
3,0	12,0	221,8	77,9		3,0	11,3	270,8	88,0		3,0	10,5	328,1	98,5		3,0	10,5	373,3	110,4	
3,5	14,0	190,1	77,9		3,5	13,1	232,1	88,0		3,5	12,3	281,2	98,5		3,5	12,3	320,0	110,4	
4,0	16,0	166,3	77,9		4,0	15,0	203,1	88,0		4,0	14,0	246,1	98,5		4,0	14,0	280,0	110,4	
P máx. = 6%					P máx. = 6%					P máx. = 6%					P máx. = 6%				
2,0	8,0	332,7	77,9		2,0	7,5	406,1	88,0		2,0	7,0	492,1	98,5		2,0	7,0	559,9	110,4	
2,5	9,0	289,3	77,1		2,5	8,4	352,8	87,0		2,5	7,9	426,9	97,3		2,5	7,9	485,7	109,1	
3,0	10,0	255,9	76,4		3,0	9,4	311,8	86,2		3,0	8,8	376,9	96,4		3,0	8,8	428,9	108,0	
3,5	11,0	229,4	75,9		3,5	10,3	279,3	85,5		3,5	9,6	337,5	95,6		3,5	9,6	384,0	107,2	
4,0	12,0	207,9	75,5		4,0	11,3	253,0	85,0		4,0	10,5	305,5	95,0		4,0	10,5	347,5	106,5	
4,5	13,0	190,1	75,1		4,5	12,2	231,2	84,6		4,5	11,4	279,0	94,5		4,5	11,4	317,4	106,0	
5,0	14,0	175,1	74,8		5,0	13,1	212,9	84,3		5,0	12,3	256,8	94,1		5,0	12,3	292,1	105,5	
5,5	15,0	162,3	74,5		5,5	14,1	197,2	83,9		5,5	13,1	237,8	93,7		5,5	13,1	270,6	105,1	
6,0	16,0	151,2	74,3		6,0	15,0	183,7	83,7		6,0	14,0	221,5	93,4		6,0	14,0	252,0	104,8	
P máx. = 8%					P máx. = 8%					P máx. = 8%					P máx. = 8%				
2,0	8,0	332,7	77,9		2,0	7,5	406,1	88,0		2,0	7,0	492,1	98,5		2,0	7,0	559,9	110,4	
2,5	8,7	297,9	76,8		2,5	8,1	363,1	86,6		2,5	7,6	439,3	96,8		2,5	7,6	499,8	108,6	
3,0	9,3	269,7	75,8		3,0	8,8	328,4	85,4		3,0	8,2	396,6	95,5		3,0	8,2	451,3	107,1	
3,5	10,0	246,4	75,0		3,5	9,4	299,7	84,5		3,5	8,8	361,6	94,4		3,5	8,8	411,4	105,8	
4,0	10,7	226,8	74,3		4,0	10,0	275,6	83,7		4,0	9,3	332,2	93,4		4,0	9,3	378,0	104,8	
4,5	11,3	210,1	73,7		4,5	10,6	255,1	83,0		4,5	9,9	307,2	92,6		4,5	9,9	349,6	103,8	
5,0	12,0	195,7	73,2		5,0	11,3	237,4	82,4		5,0	10,5	285,8	91,9		5,0	10,5	325,1	103,1	
5,5	12,7	183,1	72,8		5,5	11,9	222,1	81,8		5,5	11,1	267,1	91,3		5,5	11,1	303,9	102,4	
6,0	13,3	172,1	72,4		6,0	12,5	208,6	81,4		6,0	11,7	250,7	90,8		6,0	11,7	285,2	101,7	
6,5	14,0	162,3	72,0		6,5	13,1	196,6	81,0		6,5	12,3	236,2	90,3		6,5	12,3	268,8	101,2	
7,0	14,7	153,5	71,7		7,0	13,8	185,9	80,6		7,0	12,8	223,3	89,8		7,0	12,8	254,1	100,7	
7,5	15,3	145,7	71,4		7,5	14,4	176,4	80,3		7,5	13,4	211,8	89,4		7,5	13,4	240,9	100,3	
8,0	16,0	138,6	71,2		8,0	15,0	167,8	80,0		8,0	14,0	201,3	89,1		8,0	14,0	229,1	99,9	

TABLA 5.01.202 (5)D  
RELACIONES  $V, R, p, t, A$  PARA  $P_{m\acute{a}x.} = 4, 6 \text{ y } 8$

$V = 85 \text{ Km/h.}$					$V = 90 \text{ Km/h.}$					$V = 95 \text{ Km/h.}$					$V = 100 \text{ Km/h.}$				
$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$		$P$	$t$	$R$	$A$	
$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$	2,0	6,5	669,3	122,1	$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$	2,0	6,5	750,3	135,6	$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$	2,0	6,5	836,0	149,9	$P_{m\acute{a}x.} = 4\%$	2,0	6,5	926,4	165,3
	2,5	8,1	535,4	122,1		2,5	8,1	600,3	135,6		2,5	8,1	668,8	149,9		2,5	8,1	741,1	165,3
	3,0	9,8	446,2	122,1		3,0	9,8	500,2	135,6		3,0	9,8	557,4	149,9		3,0	9,8	617,6	165,3
	3,5	11,4	382,5	122,1		3,5	11,4	428,9	135,6		3,5	11,4	477,7	149,9		3,5	11,4	529,3	165,3
	4,0	13,0	334,6	122,1		4,0	13,0	375,2	135,6		4,0	13,0	418,0	149,9		4,0	13,0	463,2	165,3
	$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 6\%$			
	2,0	6,5	669,3	122,1		2,0	6,5	750,3	135,6		2,0	6,5	836,0	149,9		2,0	6,5	926,4	165,3
	2,5	7,3	579,8	120,5		2,5	7,3	650,0	133,8		2,5	7,3	724,2	148,0		2,5	7,3	802,4	163,2
	3,0	8,1	511,4	119,3		3,0	8,1	573,3	132,5		3,0	8,1	638,8	146,5		3,0	8,1	707,8	161,5
	3,5	8,9	457,4	118,4		3,5	8,9	512,8	131,4		3,5	8,9	571,4	145,4		3,5	8,9	633,1	160,2
	4,0	9,8	413,7	117,6		4,0	9,8	463,9	130,6		4,0	9,8	516,8	144,4		4,0	9,8	572,7	159,2
	4,5	10,6	377,7	116,9		4,5	10,6	423,4	129,8		4,5	10,6	471,8	143,6		4,5	10,6	522,8	158,3
	5,0	11,4	347,4	116,4		5,0	11,4	389,5	129,2		5,0	11,4	434,0	142,9		5,0	11,4	480,9	157,5
	5,5	12,2	321,6	115,9		5,5	12,2	360,6	128,7		5,5	12,2	401,8	142,3		5,5	12,2	445,2	156,9
	6,0	13,0	299,4	115,5		6,0	13,0	335,7	128,2		6,0	13,0	374,0	141,8		6,0	13,0	414,4	156,3
	$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$					$P_{m\acute{a}x.} = 8\%$			
	2,0	6,5	669,3	122,1		2,0	6,5	750,3	135,6		2,0	6,5	836,0	149,9		2,0	6,5	926,4	165,3
	2,5	7,0	596,2	120,0		2,5	7,0	668,4	133,2		2,5	7,0	744,8	147,3		2,5	7,0	825,2	162,4
	3,0	7,6	537,5	118,2		3,0	7,6	602,6	131,2		3,0	7,6	671,5	145,1		3,0	7,6	744,0	160,0
	3,5	8,1	489,4	116,7		3,5	8,1	548,6	129,6		3,5	8,1	611,3	143,4		3,5	8,1	677,3	158,0
	4,0	8,7	449,1	115,5		4,0	8,7	503,5	128,2		4,0	8,7	561,0	141,8		4,0	8,7	621,6	156,3
	4,5	9,2	415,0	114,5		4,5	9,2	465,3	127,1		4,5	9,2	518,4	140,5		4,5	9,2	574,4	154,9
	5,0	9,7	385,7	113,5		5,0	9,7	432,4	126,1		5,0	9,7	481,8	139,4		5,0	9,7	533,8	153,7
	5,5	10,3	360,3	112,7		5,5	10,3	403,9	125,2		5,5	10,3	450,0	138,4		5,5	10,3	498,6	152,6
	6,0	10,8	338,0	112,0		6,0	10,8	378,9	124,4		6,0	10,8	422,2	137,6		6,0	10,8	467,8	151,6
	6,5	11,4	318,3	111,4		6,5	11,4	356,8	123,7		6,5	11,4	397,6	136,8		6,5	11,4	440,5	150,8
	7,0	11,9	300,7	110,8		7,0	11,9	337,2	123,1		7,0	11,9	375,7	136,1		7,0	11,9	416,2	150,0
	7,5	12,5	285,0	110,3		7,5	12,5	319,6	122,5		7,5	12,5	356,1	135,5		7,5	12,5	394,5	149,3
	8,0	13,0	270,9	109,9		8,0	13,0	303,7	122,0		8,0	13,0	338,4	134,9		8,0	13,0	375,0	148,7

**TABLA 5.01.202 (6) B**  
**DESARROLLO MINIMO DE CURVAS CIRCULARES (CUANDO  $\omega \leq 6^\circ$ )**

Km/h	D mín. (m)				
	2º	3º	4º	5º	6º
10 – 35	80	75	60	50	40
40 – 60	140	125	115	100	90
70 – 90	205	190	170	150	130
100	275	250	225	200	175

Cuando la deflexión es pequeña, es preciso utilizar radios amplios que aseguren desarrollo mínimos del orden expuesto. Para deflexiones  $\omega > 6^\circ$ , se deberá tender a los valores de la tabla 5.01.202 (6) A.

### 5.01.203 Las Clotoides

**(1) Descripción.** El paso desde una alineación recta a otra con curvatura, o desde una curva a otra con distinto radio de curvatura, supone una maniobra por parte del conductor, consistente en un giro del volante. Esta maniobra no es instantánea, pero aunque lo fuera sería difícil que se ejecutara exactamente en el punto donde se produce el cambio de curvatura y en todo caso ella ocasionaría un movimiento brusco, impropio de una buena conducción. En realidad, cuando se tienen dos alineaciones consecutivas con distinto radio de curvatura, la trayectoria recorrida por un vehículo normalmente conducido es una curva del tipo de las espirales, producto de una variación progresiva del ángulo de las ruedas delanteras del vehículo y por lo tanto del radio de curvatura a lo largo de dicha trayectoria.

La clotoide es una de tales espirales, que tiene la características de variar su curvatura desde  $R = \infty$ , en su origen (desarrollo  $\underline{L} = 0$ ), hasta  $R = 0$  cuando  $L = \infty$ , con la particularidad que dicha variación se produce en forma inversamente proporcional a dicho desarrollo  $\underline{L}$ .

La ecuación paramétrica de la clotoide es:  $R \times L = A^2$ , donde  $\underline{A}$  (m) es un valor constante para cada clotoide, llamado parámetro de las mismas,  $\underline{R}$  es el radio de curvatura en un punto y  $\underline{L}$  es el desarrollo, desde el origen al punto de radio  $\underline{R}$ .

En la lámina 5.01.203 A aparecen las características fundamentales de la clotoide, sus relaciones geométricas básicas y una deducción de las ecuaciones cartesianas para un punto de ella. Se incluyen expresiones aproximadas para valores pequeños de  $\tau$ , que pueden servir para efectuar tanteos preliminares.

**(2) Ventajas del Uso de la Clotoide.** Una curva de este tipo, adecuadamente elegida, presenta las siguientes ventajas para el diseño y/o para los usuarios.

- Proveen una alineación fácil de seguir, tal que la fuerza centrífuga aumenta y disminuye en forma gradual, según si el vehículo pasa a un radio de curvatura menor o mayor respectivamente. Esto minimiza las invasiones a las pistas adyacentes o las aproximaciones excesivas a la demarcación que las separa y promueve la uniformidad de las velocidades, todo lo cual redundando en una mayor seguridad, comodidad y eficacia operativa.
- El desarrollo de la clotoide provee de un espacio óptimo para ejecutar las transiciones del peralte (véase 5.01.205). Cuando esta transición se realiza sin curvas de transición, lo cual obliga a producirla parte en la recta y parte en la curva circular, el conductor puede tener que girar el volante en sentido contrario al que va a requerir más adelante, para poder mantener la trayectoria recta sobre la parte de la tangente que ha resultado sobreperaltada. Esta maniobra es antinatural y contribuye a las maniobras erráticas que limitan la eficacia del trazado.
- Cuando el ancho de la calzada debe ser aumentado en curvas circulares de radio inferior a 200m (véase 5.02.204 (6)), el tramo de la transición se presta óptimamente a ello, permitiendo ejecutar el sobreancho en forma gradual, sin curvas de ajuste, sobre todo si parte de dicho sobreancho se confiere sobre el borde exterior de la calzada.
- Las alternativas de soluciones geométricas para un trazado aumentan muchísimo si se considera la infinidad de clotoides que pueden usarse en cada caso. Esto redundando en trazados con un menor costo de construcción.
- Los trazados con clotoides son visiblemente más suaves, lo cual es un aporte a la estética vial.

### **(3) La Elección de la Clotoide**

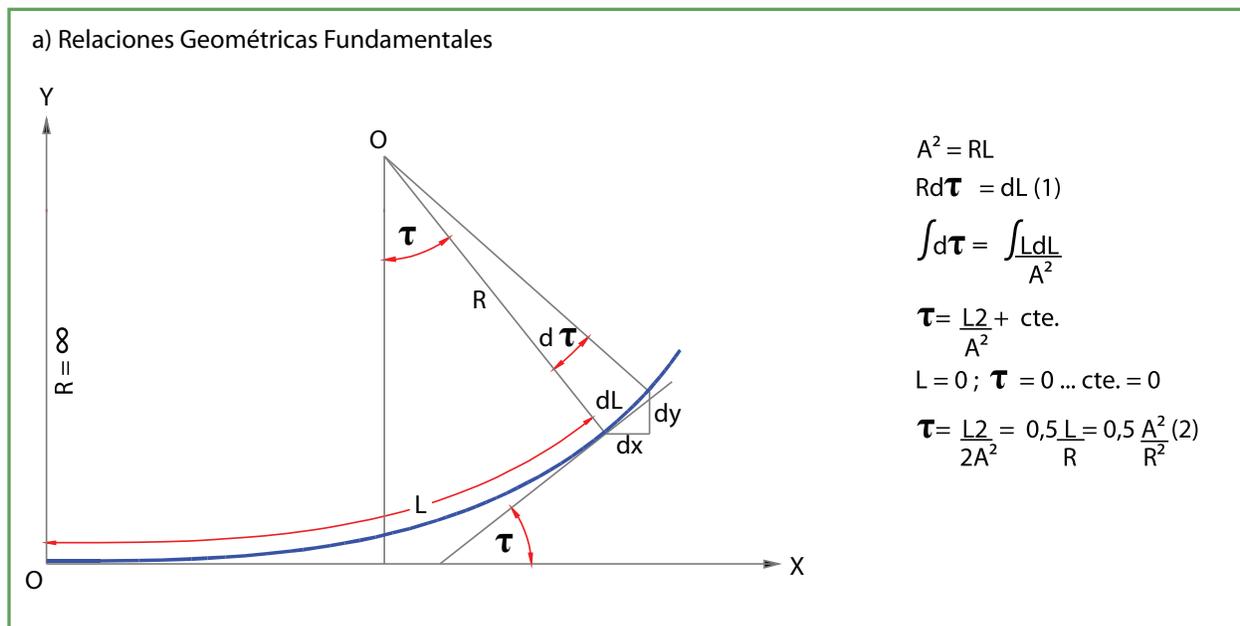
*a) Condición Dinámica.* El parámetro  $A$  debe ser elegido de tal manera que la clotoide permita distribuir la aceleración transversal no compensada por el peralte a una tasa uniforme  $J$  a lo largo de su desarrollo  $L$ . Los valores máximos aceptables de  $J$  en trazados urbanos, donde el conductor está predispuesto a maniobras algo más acentuadas que en carreteras, son los que aparecen en la tabla 5.01.203 (3) A.

El valor mínimo del parámetro  $A$ , que cumple la condición de distribuir dicha aceleración transversal en forma uniforme, será aquél que resulte de aplicar los valores máximos de  $J$  en la expresión que se deriva del estudio dinámico de tal situación:

El Eje de Replanteo

$$A_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{VR}{46,656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1,27p \right)}$$

- V = (km/h)
- R = m
- J = m/s<sup>3</sup> (máximo)
- p = %



b) Ecuaciones Cartesianas

$$(3) \begin{cases} dx = dL \cos \tau & \text{de (1): } dL = Rd\tau & \text{de (2): } R = \frac{A}{\sqrt{2\tau}} \\ dy = dL \sen \tau & \text{entonces: } dL = \frac{A}{\sqrt{2\tau}} d\tau \end{cases}$$

reemplazando en (3):  $dx = \frac{A \cos \tau}{\sqrt{2\tau}} d\tau$        $dy = \frac{A \sen \tau}{\sqrt{2\tau}} d\tau$

$$X = A\sqrt{2\tau} \left( 1 - \frac{\tau^2}{10} + \frac{\tau^4}{216} - \frac{\tau^6}{9360} + \dots \right) \text{ (Series de Fresnel)}$$

$$Y = A\sqrt{2\tau} \left( \frac{\tau}{3} - \frac{\tau^3}{42} + \frac{\tau^5}{1320} - \frac{\tau^7}{75600} + \dots \right) \quad (\tau \text{ en radianes})$$

c) Expresiones Aproximadas: Error asociado según  $\tau$ 

EXPRESION		$\tau < 0.1$ rad	$\tau < 0.33$ rad	$\tau < 0.5$ rad
Exacta	Aproximada			
X	L	$e < 1 / 1000$	$e < 13 / 1000$	$e < 25 / 1000$
Y	$L^2 / 6R$	$e < 1 / 1000$	$e < 8 / 1000$	$e < 18 / 1000$
Y	$4\Delta R$ (ap)	$e < 2 / 1000$	$e < 8 / 1000$	$e < 18 / 1000$
$\Delta R$	$L^2 / 24R$	$e < 1,7 / 1000$	$e < 4 / 1000$	$e < 9 / 1000$
C	$L / 2 = \tau R$	$e < 0,4 / 1000$	$e < 4 / 1000$	$e < 8 / 1000$
$Y_c$	$R + L^2 / 24R$	$e < 0,004 / 1000$	$e < 0,07 / 1000$	$e < 0,4 / 1000$

**TABLA 5.01.203 (3) A**  
**VALORES MAXIMOS DE J**

V (Km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
J (m/s <sup>3</sup> )	0.975	0.950	0.925	0.900	0.875	0.850	0.825	0.800	0.775	0.750	0.725	0.700	0.675	0.650	0.625	0.600

Los valores del parámetro mínimo para cada combinación de  $V$ ,  $R$ ,  $p$  y  $P_{m\acute{a}x}$  aparecen tabuladas en 5.01.202 (5) A, B, C y D. Estos valores deben ser redondeados con el fin de poder ser usados en forma práctica (según disponibilidad de plantillas de dibujo por lo general) y deben ser verificados de acuerdo a lo expresado en las letras siguientes del presente acápite.

b) *Verificación por Transición de Peraltes.* La longitud  $L = A^2/R$  de la clotoide debe permitir el desarrollo del peralte con una pendiente relativa de borde que no exceda ciertos límites. La

expresión a aplicar es  $A \geq \sqrt{\frac{n \times a \times p \times R}{\Delta}}$ , donde  $n$  es el número de pistas entre eje y borde

de calzada,  $a$  es el ancho (m) normal (sin ensanches) de una pista,  $p$  es el peralte de la curva enlazada en % (si el bombeo coincide con el peralte se usa  $p - b$ ) y  $\Delta$  es la pendiente relativa de borde (véase párrafo 5.01.205: "Transiciones de Peralte").

c) *Condición Visual y Estética.* Cuando sea posible, el valor de  $A$  debe ser mayor o igual que un tercio del radio de curvatura ( $A \geq R/3$ ). Esto asegura un valor de  $\tau$  mayor o igual a 3,5<sup>º</sup>.

## El Eje de Replanteo

Esta condición, en trazados urbanos, puede ser difícil de conseguir, sobre todo si se utilizan radios de curvatura mayores que los mínimos (menor peralte asociado y sobre todo contraperalte). En tal caso, el mínimo deseable será aquel que produzca un desarrollo de la clotoide que requiera de un tiempo mínimo para recorrerla de 1,5 segundos. O sea:  $A_{mín} = 0.645 \sqrt{VR}$ , con  $V$  en Km/h y  $R$  en metros.

**5.01.204 Alineaciones Compuestas.** Existen varias combinaciones de rectas y arcos de círculo con clotoides. A continuación se abordan estas configuraciones según lo ventajoso que sea su uso. En la lámina 5.01.204 (1) B se detalla el caso de la figura I de la lámina 5.01.204 (1) A.

**(1) Configuraciones Recomendables.** En las combinaciones que se ilustran en la lámina 5.01.204 (1) A se producen todas las ventajas del uso de las clotoides y ninguna desventaja.

*a) Curva Circular con Clotoide de Enlace.* La introducción de un arco de enlace implica un desplazamiento del centro de la curva circular, el cual depende del retranqueo  $\Delta R$  y del ángulo de deflexión  $\omega$  de las alineaciones. El radio de la curva circular permanece constante y el desarrollo de ésta es parcialmente reemplazado por secciones de las clotoides de enlace. En lámina 5.01.204 (1) B:  $R(m)$  es el radio de la curva circular,  $d(m)$  es el desplazamiento del centro de la curva circular original ( $C$ ), a lo largo de la bisectriz del ángulo interior formado por las alineaciones, hasta ( $C'$ ), nueva posición del centro de la curva circular retranqueada;  $\Delta R (m)$  es el retranqueo o desplazamiento de la curva circular enlazada, medido sobre la normal a la alineación considerada, que pasa por el centro de la circunferencia retranqueada de radio  $R$ .

$X_p, Y_p (m)$  son las coordenadas de "P", punto de tangencia de la clotoide con la curva circular, en que ambas poseen un radio común  $R$ , referidas a la alineación considerada y a la normal a esta en el punto "O", que define el origen de la clotoide y al que corresponde radio infinito.

$X_c, Y_c (m)$  son las coordenadas del centro de la curva circular retranqueada, referidas al mismo sistema recién descrito.

$\tau p^{(g)}$  es el ángulo comprendido entre la alineación considerada y la tangente en el punto "P" común a ambas curvas. Mide la desviación máxima de la clotoide con respecto a la alineación.

$\omega^{(g)}$  es la deflexión angular entre las alineaciones consideradas.

$OV (m)$  es la distancia desde el vértice de origen de la clotoide, medida a lo largo de la alineación considerada.

$D_c$  es el desarrollo de la curva circular retranqueada entre los puntos  $PP'$ .

*b) Curva en S.* En este caso se permite un tramo de recta  $L$ (m) entre las dos clotoideas e incluso un pequeño solape  $\Delta L$  (m) de las mismas. La longitud  $\Delta L$  (m) deberá ser menor o igual que  $0.025 (A_1 + A_2)$ . Véase 5.01.204 (1) A, figura II.

*c) Ovoide.* Constituye la solución para enlazar dos curvas circulares con el mismo sentido de sus curvaturas si uno de ellos es inferior al otro y no concéntricos. Véase figura III.

*d) Ovoide Doble.* Si las curvas circulares de igual sentido se cortan o son exteriores, puede resolverse la unión de las mismas mediante un tercer círculo, exterior a ambos y no concéntrico con ninguno. Véase figura IV.

**(2) Configuraciones Límite.** Existen otras configuraciones, que corresponden a casos límite de las anteriores, las cuales pueden ser usadas en caso de necesidad (Lámina 5.01.204 (2) A).

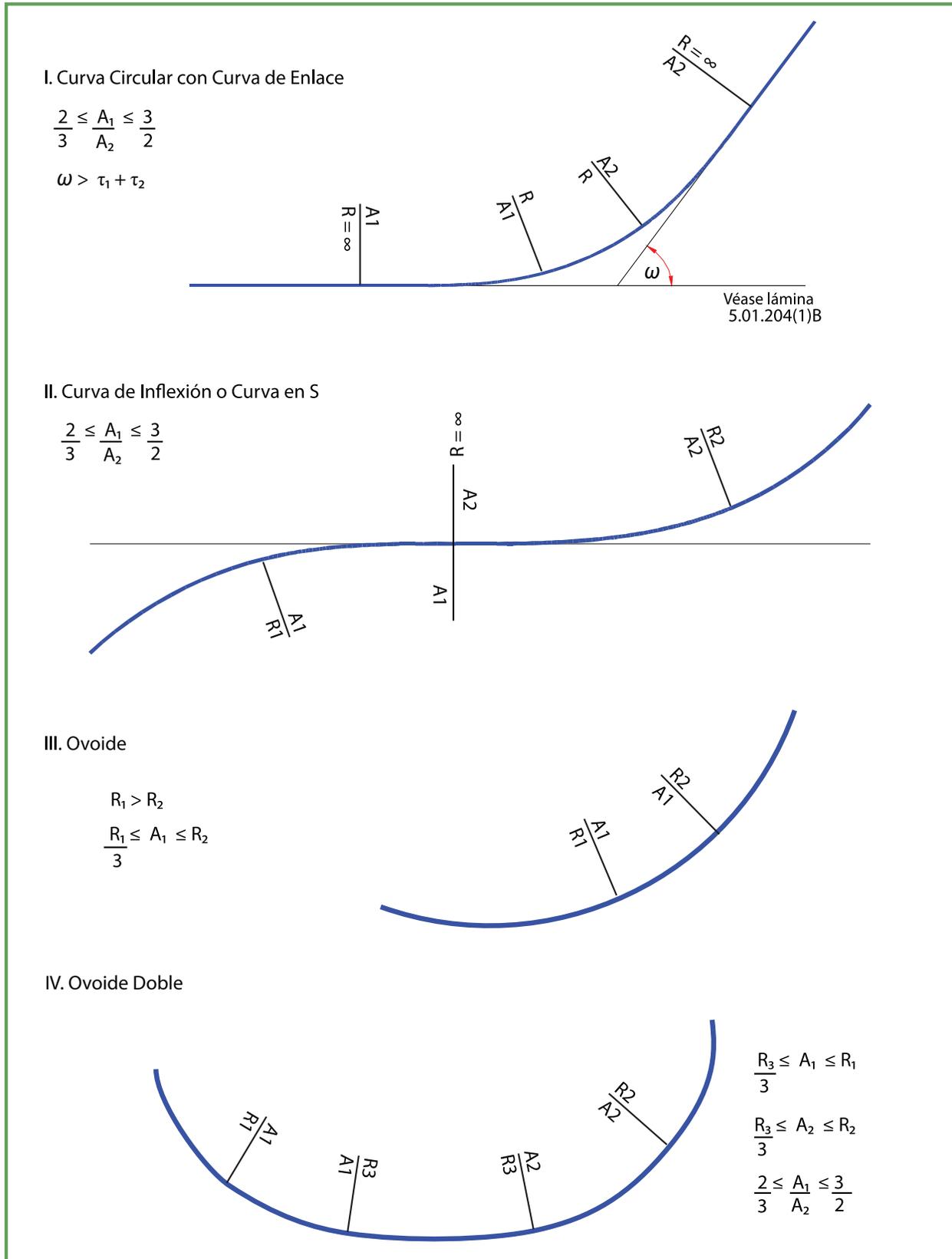


Fig. 5.01.204(1)A  
Configuraciones Recomendables de Alineación Comp.

Zonas Vehiculares en Sección Normal

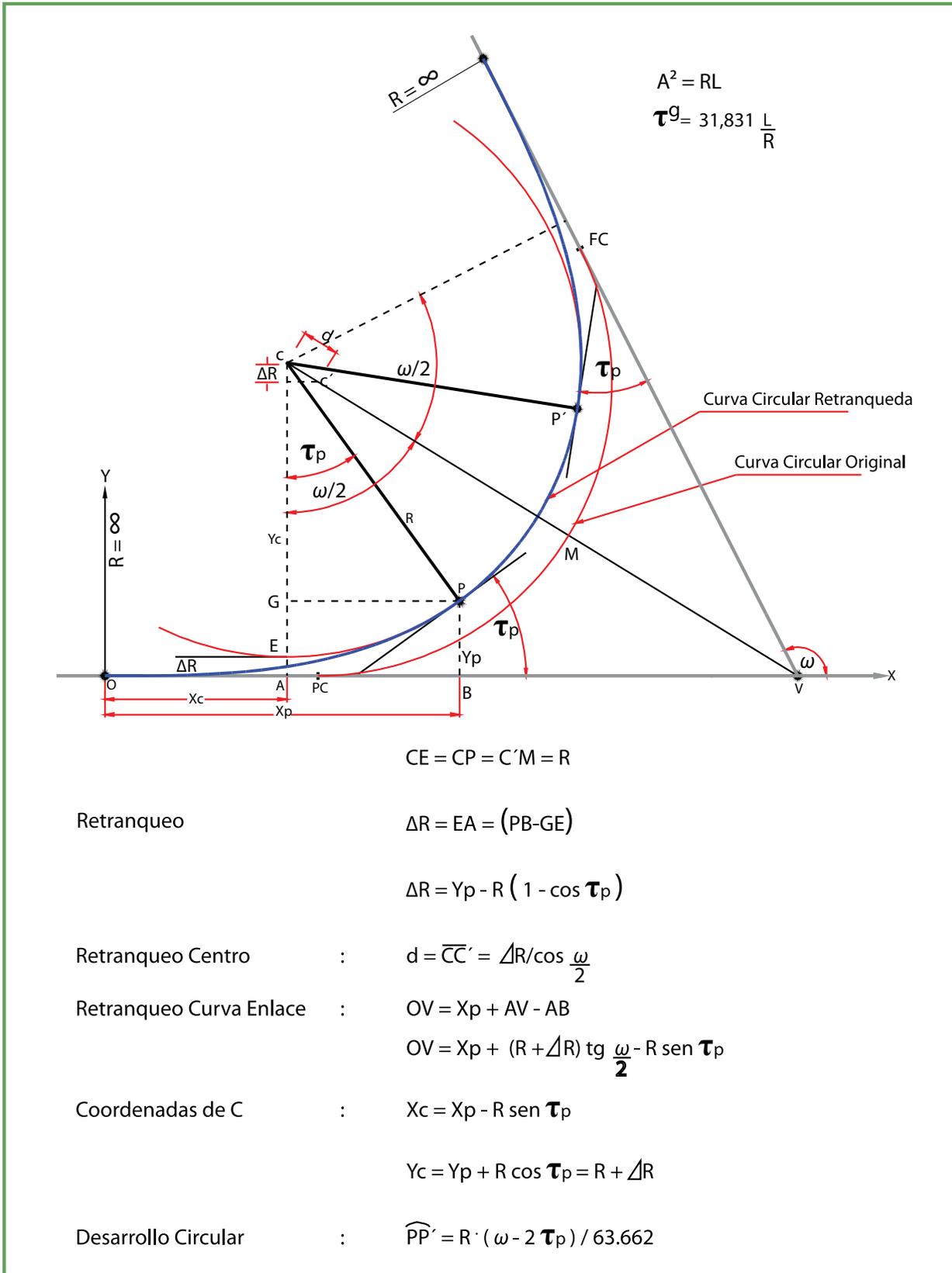


Fig. 5.01.204(1)B  
Conjunto Curva de Enlace – Curva Circular

a) *Curva Circular sin Clotoide.* La curva de enlace se puede eliminar cuando la velocidad de diseño es igual o inferior a 50 km/h, pero en general su uso es preferible. Véase figura I.

b) *Reemplazo de la Clotoide por un Círculo.* En casos muy peculiares puede hacerse esto, eligiendo un radio de curvatura intermedio que cumpla las relaciones indicadas en la figura II y cuya longitud permita pasar del peralte requerido por  $R_3$  al requerido por  $R$  sin superar los valores de  $j$  especificados en la Tabla 5.01.205 (1) A.

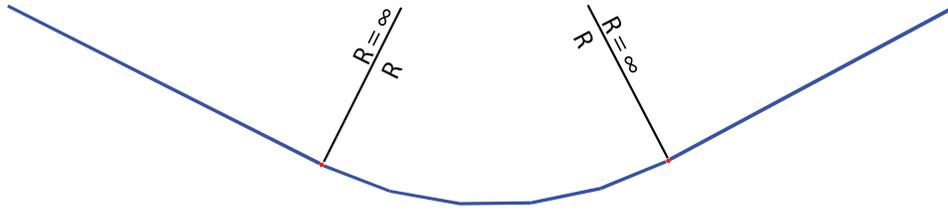
c) *Curvas Circulares Contiguas.* Corresponde a un ovoide sin curva de transición intermedia. Debe cumplir con las relaciones entre radios especificados en la figura III de la misma lámina.

**(3) Configuraciones No Recomendables.** Por último, se puede mencionar algunas configuraciones francamente no recomendables, ya que se ha comprobado en la práctica que ellas generan zonas donde la curva no es interpretada claramente por el conductor, pudiéndose producir maniobras erráticas. En la lámina 5.01.204 (3) A se muestran tres de tales casos.

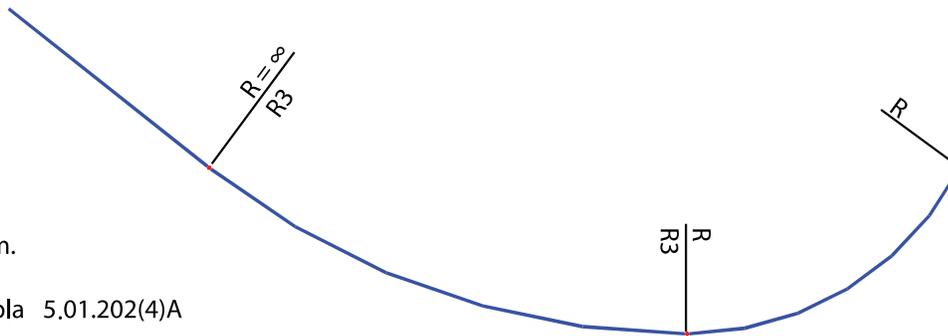
a) *Clotoides de Vértice.* No existe arco circular intermedio. El paso por el punto de radio  $R$  común, supone una inversión del giro del volante, pero el punto donde esta inversión debe iniciarse no queda siempre claro a los conductores (figura I).

b) *Falso Ovoide.* El conductor que se acerca al tramo casi recto que se produce en las inmediaciones del punto de radio infinito, al fijar su vista en un punto más lejano, tiende a adelantar la maniobra de giro correspondiente al radio siguiente. Véase figura II.

## I. Curva Circular Amplia sin Curvas de Enlace



## II. Reemplazo de la Clotoide de Enlace por un Círculo

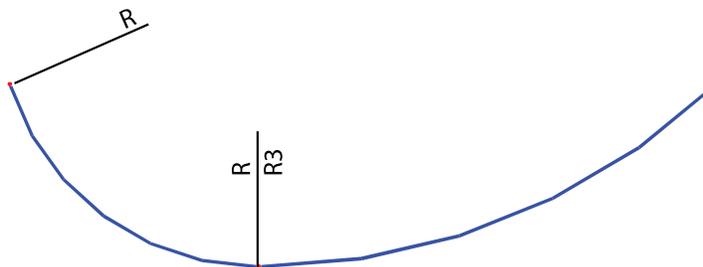


$$R_3 > 250 \text{ m.}$$

$$R_3 \geq R \text{ Tabla 5.01.202(4)A}$$

$$\frac{R_3}{R} < 2$$

## III. Curvas Circulares Contiguas



$$R_3 > 250 \text{ m.}$$

$$\frac{R_3}{R} < 2$$

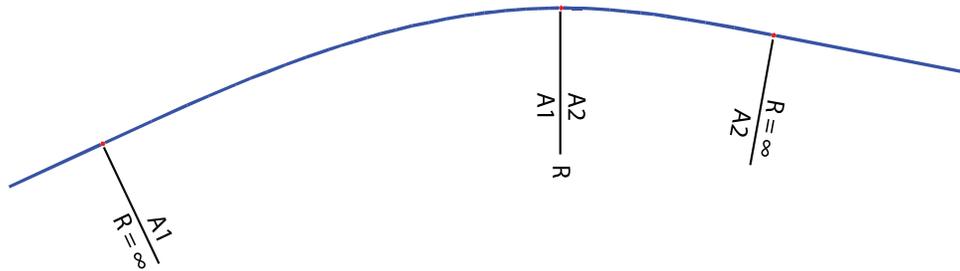
Fig. 5.01.204(2)A  
Configuración Límite en Alineación Compuesta

I. Clotoide de Vértice sin Arco Circular

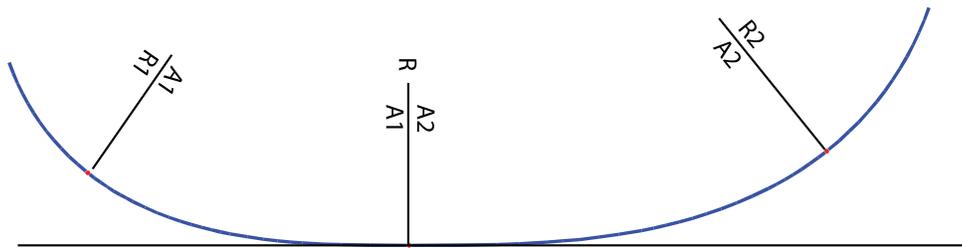
En casos inevitables

$$A_1 \cong A_2$$

$$R \geq 1.4 R \text{ mínimo}$$



II. Falso Ovoide



III. Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas

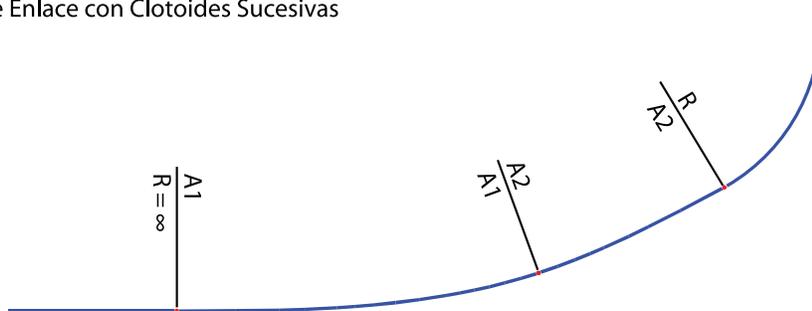


Fig 5.01.204(3)A

Configuraciones No Recomendables en Alineación Compuesta

c) *Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas.* Introduce tramos con distinta razón curvatura / desarrollo, lo cual contradice algo el objetivo de la curva de enlace en este aspecto. Si  $A_1$  y  $A_2$  son muy similares el problema es menor, pero la diferencia con respecto al trazado ejecutado mediante una sola clotoide no justifica recurrir a este artificio. Véase figura III.

### 5.01.205 Transiciones de Peralte

**(1) Descripción del Problema y Pendiente Relativa de Borde.** El cambio de sentido de curvatura o su variación de magnitud puede suponer un cambio en el valor de la inclinación transversal de la calzada o de alguna(s) de sus pistas. Esto, que en carreteras es un fenómeno frecuente y sistemático, no lo es tanto en la vialidad urbana, principalmente porque los trazados curvos son menos frecuentes y porque se utiliza exhaustivamente el contraperalte (véase el acápite (4) del párrafo 5.01.202).

El cambio de inclinación transversal a lo largo de un tramo, llamado desarrollo o transición del peralte, supone un giro de parte o de la totalidad de la calzada en torno a un eje, llamado "eje de giro del peralte", comúnmente asociado al eje de replanteo o eje en planta, aunque excepcionalmente puede coincidir con un borde de la calzada. Para la materialización en terreno del peralte prescrito será necesario entregar, además de las cotas del eje de replanteo, las de los bordes de las calzadas involucradas. Una de las maneras de hacer esto es mediante un diagrama de peraltes, en el cual aparece horizontal el eje de giro, midiéndose con respecto a él las diferencias de cota que presentan ambos bordes de la calzada, si dicho eje de giro coincide con el eje en planta. O sea, en cualquier punto del trazado se pueden obtener las cotas de los bordes de la calzada: restando o sumando, de la cota en el eje (perfil longitudinal), las dimensiones correspondientes del diagrama de peraltes. En el caso especial de girar con respecto a un borde, será éste el que mantenga la cota del eje en alzado en cada perfil y será preciso modificar dicho eje en elevación, restándole o sumándole las distancias correspondientes del diagrama.

Para producir un diagrama de peraltes hay que tener en cuenta que los bordes, al subir y bajar con respecto al eje de giro, lo hacen con una pendiente relativa a dicho eje, que en diagrama de peraltes aparece como al ángulo que forman las líneas de borde con la horizontal, de acuerdo a una aproximación aceptable.

Esta pendiente, representada con la letra "j" y llamada "Pendiente Relativa de Borde", no puede ser muy grande, para evitar que se produzca un efecto dinámico desagradable (momento de vuelco) y/o un efecto antiestético, como resultado de acentuadas subidas y bajadas de los bordes de la calle.

Los máximos recomendables y absolutos para la pendiente relativa de borde son:

**TABLA 5.01.205 (1) A**  
**PENDIENTES RELATIVAS DE BORDE  $j$  (%)**

$n^*$	TIPO DE MAXIMO	$j$ SEGUN EL NUMERO DE PISTAS*, PARA $V(km/h) =$							
		30	40	50	60	70	80	90	100
1	NORMAL	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	ABSOLUTO	1,80	1,50	1,20	1,00	0,80	0,70	0,60	0,50
1,5	NORMAL	1,20	1,05	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65	0,60
	ABSOLUTO	2,10	1,70	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
$\geq 2$	NORMAL	1,60	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
	ABSOLUTO	2,50	2,00	1,50	1,30	1,10	1,00	0,90	0,80

\* El número de pistas  $n$  se mide a partir del eje de giro del peralte.

**(2) Longitudes para la Transición de Peraltes.** En la lámina 5.01.205 (2) A se bosqueja un tramo de calzada en el cual se ejecuta una transición de peraltes.

Esta calzada tiene dos pistas y su eje de replanteo coincide con el eje de giro de peraltes (figura I).

La transición del ejemplo consiste en el paso desde un peralte  $p_1$  a otro  $p_2$ , a lo largo de una longitud  $l$ . En las figuras II y III se muestran las secciones transversales de la calzada en el último punto con peralte  $p_1$  y el primero con peralte  $p_2$ .

En los puntos  $A$  y  $B$  se tienen anchos de pista  $a_1$  y  $a_2$ , respectivamente. Esto determina, en conjunción con dichos peraltes, variaciones de los bordes de calzada  $h_1$  y  $h_2$  con respecto al eje de replanteo. Los bordes exteriores, en este caso, se elevan sobre este eje, y los interiores se encuentran bajo él. Las expresiones para  $h_1$  y  $h_2$  aparecen en las figuras.

Para la construcción del diagrama de peraltes, como se verá más adelante, se considera sólo el ancho básico de las pistas, despreciándose los sobrecanchos por curvatura.

Puede ocurrir que entre el eje de giro y el borde más alejado de la calzada exista más de una pista;  $n$  representa dicho número de pistas, que puede ser fraccionario si el total de pistas es impar y el eje de giro coincide con el de simetría.

En el caso general, entonces,  $h_1 = nap_1$  y  $h_2 = nap_2$ . Estas expresiones aparecen bajo las figuras II y III, y de ellas se deriva el concepto de "pendiente relativa de borde". En el caso del ejemplo, los bordes exteriores e interiores han variado su cota entre los puntos  $A$  y  $B$  en un valor igual  $a + \Delta h$  y  $-\Delta h$  respectivamente. Como esta variación se ha producido a lo largo de la longitud  $l$ , la pendiente relativa de borde será  $h/l = (h_2 - h_1) / l$ .

Las figuras IV y V muestran dos secciones distintas, también separadas en una longitud 1, pero considerando el paso desde una situación con bombeo doble a un peralte  $p$ . Aparecen bajo ellas las correspondientes expresiones.

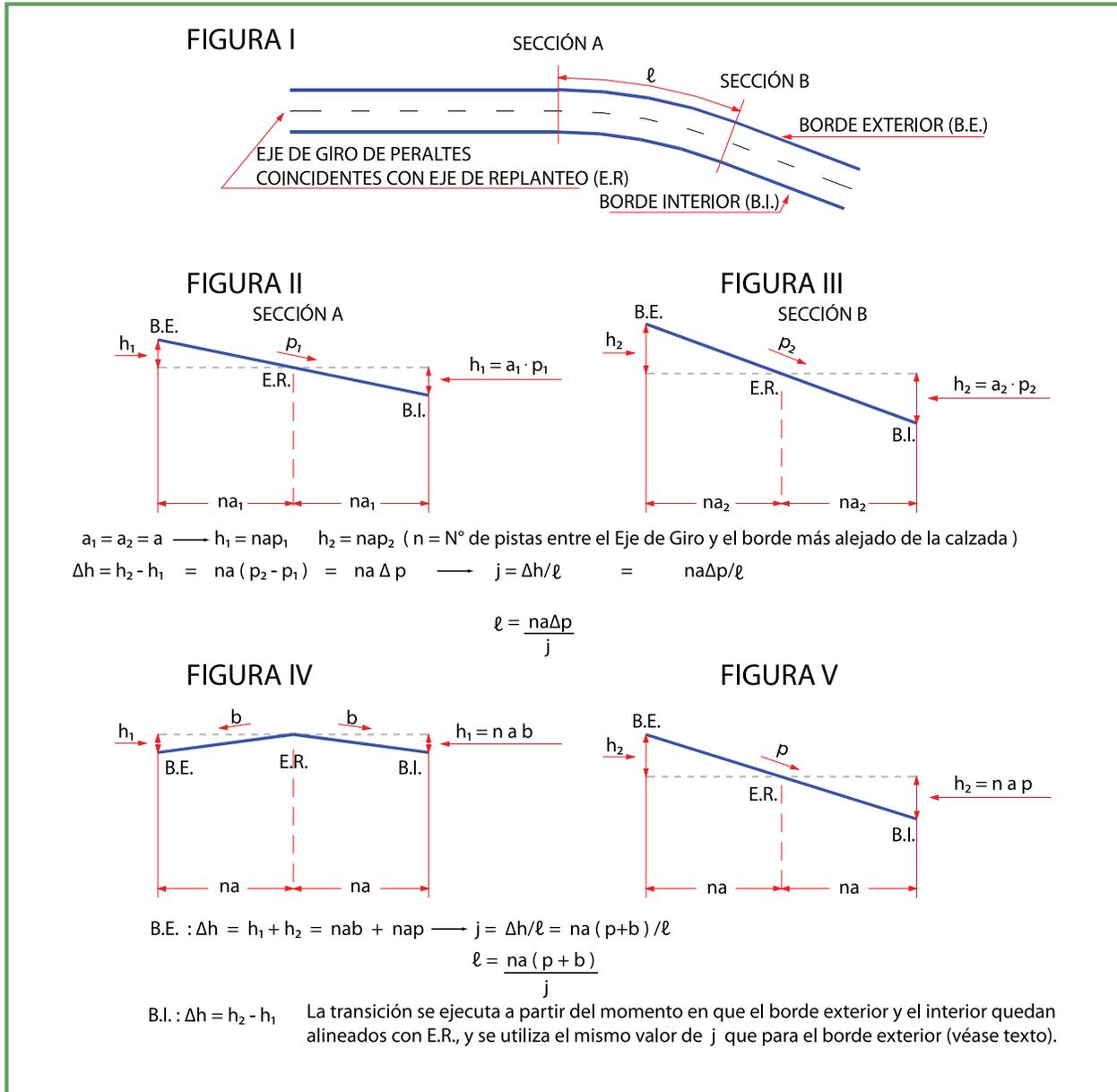


Fig. 5.01.205(2)A  
 Elementos de la Transición de Peraltes

**(3) Transición Cuando no Existen Clotoides**

a) *Proporción del Peralte a Desarrollar en Recta.* El requisito de longitud precisado en el acápite anterior no constituye problema si se han utilizado clotoides, porque en tal caso, según lo visto en la letra b) del acápite 5.01.203 (1) se ha impuesto la condición de que el desarrollo de la curva de acuerdo cumpla con la condición de no producir una pendiente relativa de borde superior a los valores aceptados.

Cuando no se utilizan curvas de acuerdo, siempre deberá existir un tramo recto entre dos curvas circulares (véase 5.01.201 (3)). Si éstas tienen el mismo sentido, el tramo en cuestión cumple una función de guiado óptico y su longitud mínima  $L_{rm} = V - 10(m)$  es más que suficiente para resolver las transiciones de peralte, sobre todo porque se permite mantener dicho tramo con una inclinación transversal única, en la zona del mismo que no es afectado por el desarrollo del peralte (véase párrafos siguientes), con una inclinación transversal de 3% y excepcionalmente hasta del 3,5%. Si las curvas tienen distinto sentido, se exige que la recta intermedia tenga el desarrollo suficiente para transitar peraltes.

La inexistencia de clotoide plantea el problema de dónde ejecutar la transición: ¿en la recta, en la curva, o entre ambas? Evidentemente, sólo la última solución supone un compromiso adecuado entre la primera, que obliga a tener una recta con inclinación transversal excesiva, incómoda y hasta peligrosa para vehículos altos si  $p$  es considerable, y la segunda, que obliga a tener parte de una curva con peralte insuficiente, más peligroso aún.

La proporción del peralte que se debe desarrollar en la recta se tabula a continuación:

**TABLA 5.01.205 (3) A**  
**PROPORCION DEL PERALTE FINAL A DESARROLLAR EN RECTA**

MINIMO	NORMAL	MAXIMO
0,5 p	0,7 p	0,8 p

Los valores mínimos pueden usarse cuando el tramo recto entre dos curvas de distinto sentido es breve. En este caso, puede ocurrir que no exista un tramo con bombeo, sino un punto con pendiente transversal nula, producto del paso de uno a otro peralte en forma continua.

Los valores máximos pueden utilizarse cuando una curva circular tiene un desarrollo breve, ya que el peralte que le corresponde a dicha curva debe mantenerse al menos en una longitud igual a  $V/4$  (m).

b) *Ejemplos de Transición Cuando no Existen Clotoides.* En la lámina 5.01.205 (3) A se presenta la manera de resolver la transición de peralte en un trazado que pasa directamente de una recta a una curva circular, suponiendo que el eje de giro es el eje de la calzada. Se reitera que este es el caso normal y preferible, ya que el efecto visual es mucho menor que cuando el eje de

giro es un borde – caso que se presenta en la lámina 5.01.205 (3) B – salvo que se utilice valores de  $j$  menores, lo cual produce longitudes proporcionalmente mayores.

En ambas láminas se muestra también las variaciones de los mismos diagramas si en vez del bombeo inicial “a dos aguas” se tiene uno “a una agua” (“doble” y “único” respectivamente).

Cada ejemplo muestra un diagrama de curvaturas y las secciones transversales inicial, final e intermedias (A, B, C ...), situadas éstas en el punto singular de su ocurrencia. Esta ubicación queda explícita con los acotamientos que muestran las distancias relativas entre las distintas secciones singulares en cuestión.

A continuación aparece el diagrama de peraltes propiamente tal, donde los bordes reflejan la situación esquematizada mediante las secciones transversales (A, B, C, ...).

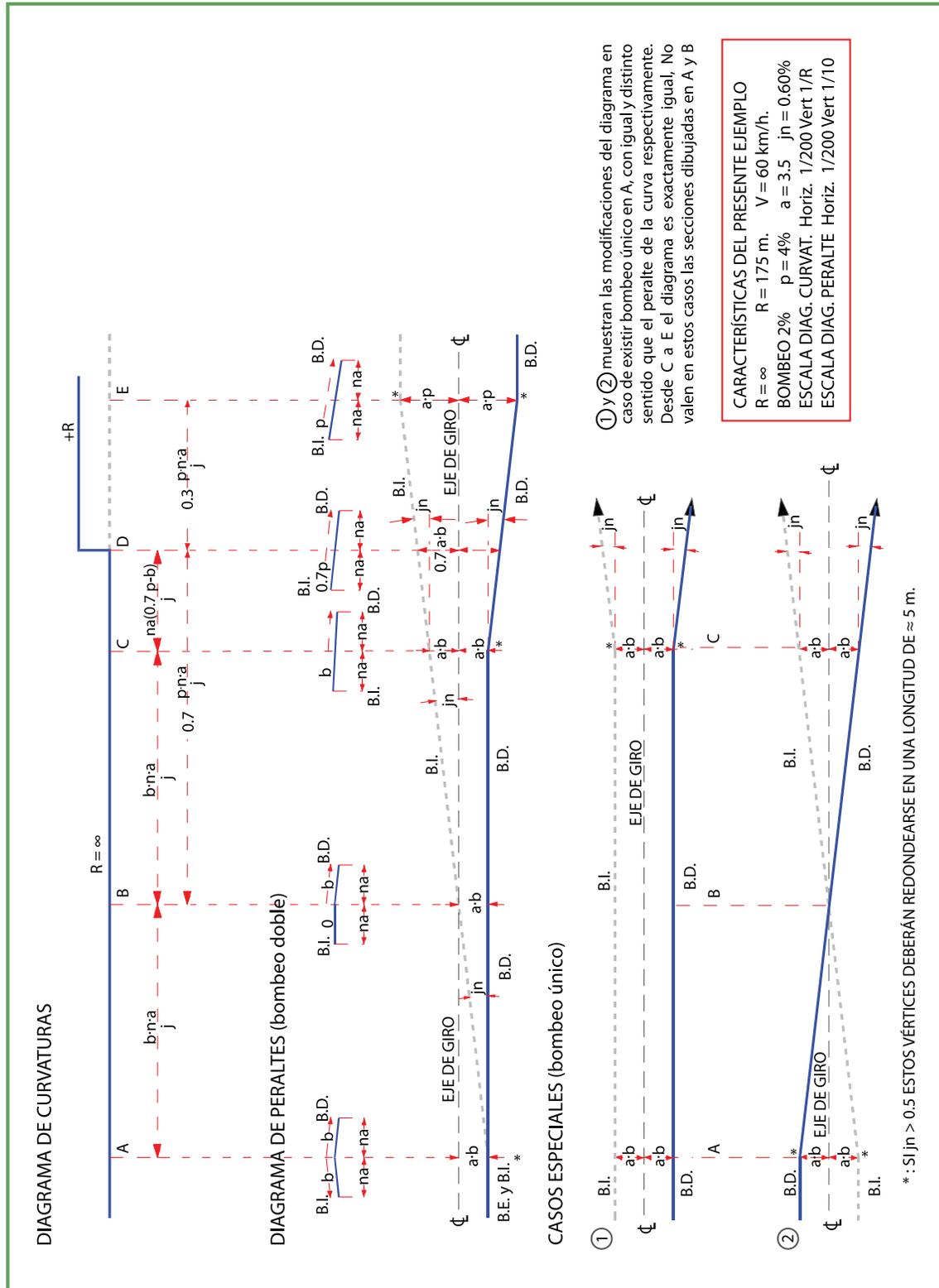


Fig. 5.01.205(3)A  
 Transición de Peralte: Recta—Círculo E.Giro=E.R.

Zonas Vehiculares en Sección Normal

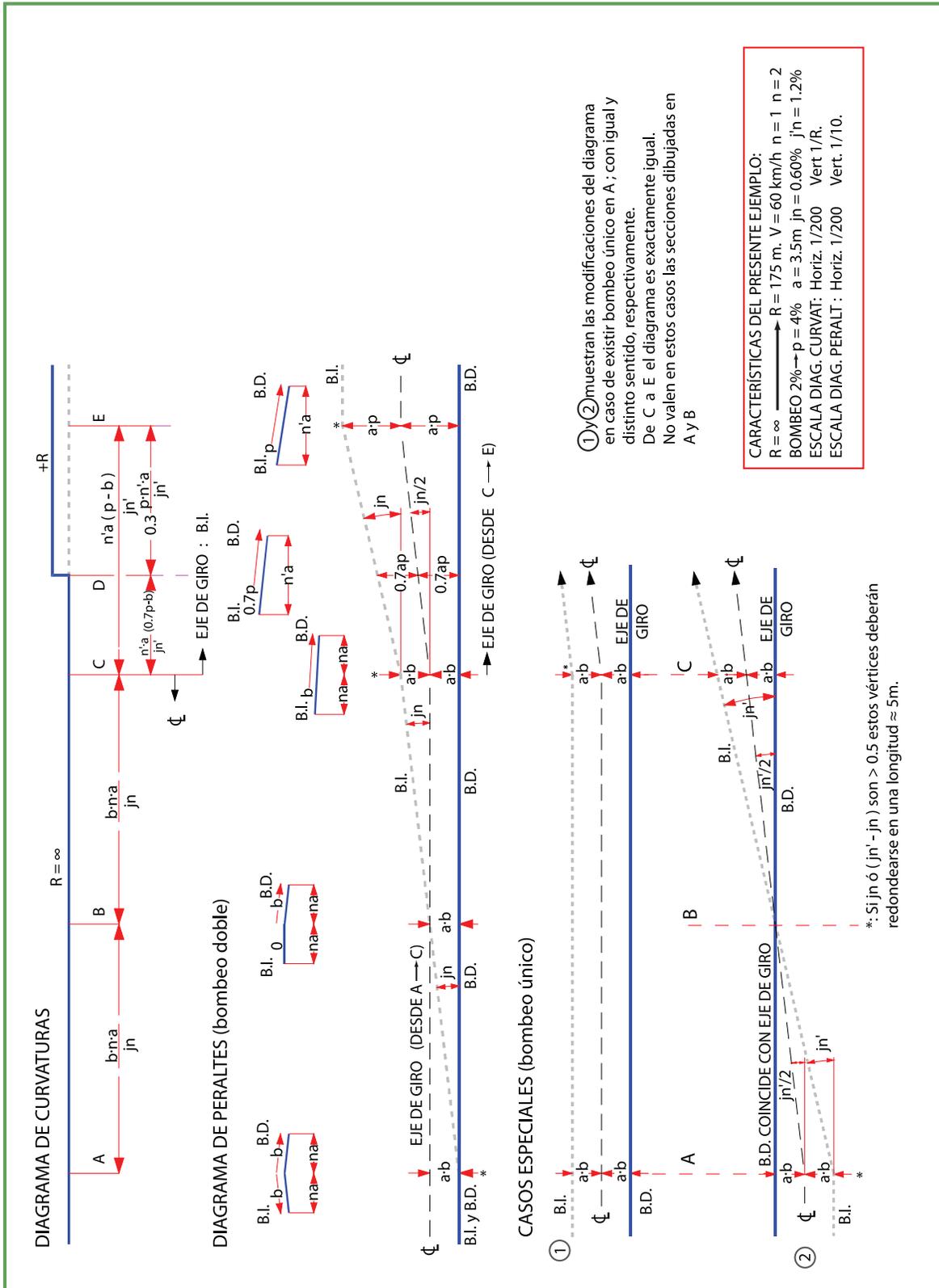


Fig. 5.01.205(3)B  
Transición de Peralte: Recta  $\neq$  Círculo E.Giro=Borde

**(4) Transiciones con Clotoides.** Cuando existen arcos de enlace, al cual se le exige una longitud compatible con la transición del peralte (véase letra *b* del acápite 5.01.203 (3)), el desarrollo del mismo se puede hacer linealmente a lo largo de las clotoides, teniendo en cuenta dos aspectos importantes: Primero, que cuando la calzada presenta bombeo a dos aguas (bombeo doble) o bombeo único opuesto al peralte de la curva siguiente, se debe transitar la inclinación transversal de la calzada – o de las pistas en cuestión – desde  $-b$  a  $0\%$  dentro de la alineación recta, para así tener la pendiente transversal nula al comienzo de la clotoide (si el bombeo es doble, sólo la mitad de la calzada estará en esa situación y la otra mantendrá su inclinación transversal  $b$ ). Esto se muestra en las láminas 5.01.205 (4) A y B.

También puede suceder que la longitud de la curva de enlace sea muy superior a la necesaria para desarrollar el peralte entre  $0\%$  y  $p\%$ . En estos casos la pendiente relativa de borde " $j$ " del (de los) borde(s) peraltado(s) puede resultar pequeña y por lo tanto la zona con pendiente transversal cercana al  $0\%$  puede ser demasiado extensa desde el punto de vista del drenaje, lo cual se torna grave si la pendiente longitudinal es escasa.

En tal caso se tomará la precaución de efectuar la transición, entre el valor  $-b\%$  hasta el  $0\%$  (en la recta) y entre el  $0\%$  y  $+b\%$  (en la clotoide) con el valor de  $j$  que le corresponda a la velocidad de diseño, y el resto de la transición, desde  $+b\%$  a  $p\%$  se ejecutará linealmente en lo que resta de la clotoide. Este caso se muestra en las láminas 5.01.205 (4) C y D, donde se muestran las soluciones con eje de giro coincidente con el eje en planta y con el borde derecho, respectivamente.

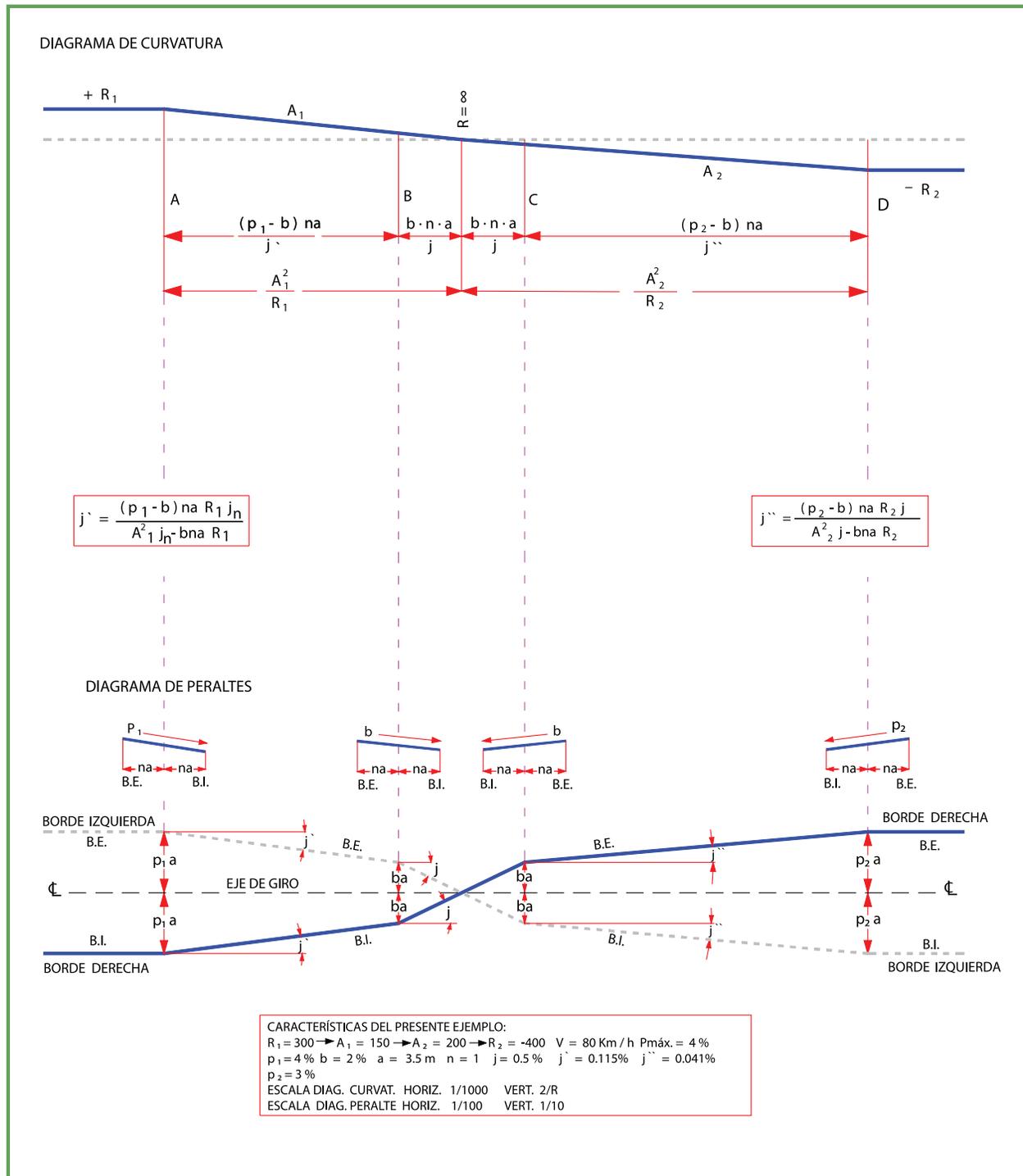


Fig. 5.01.205(4)A  
 Transición Peralte con Clotoide Corta Eje Giro = E.R.

El Eje de Replanteo

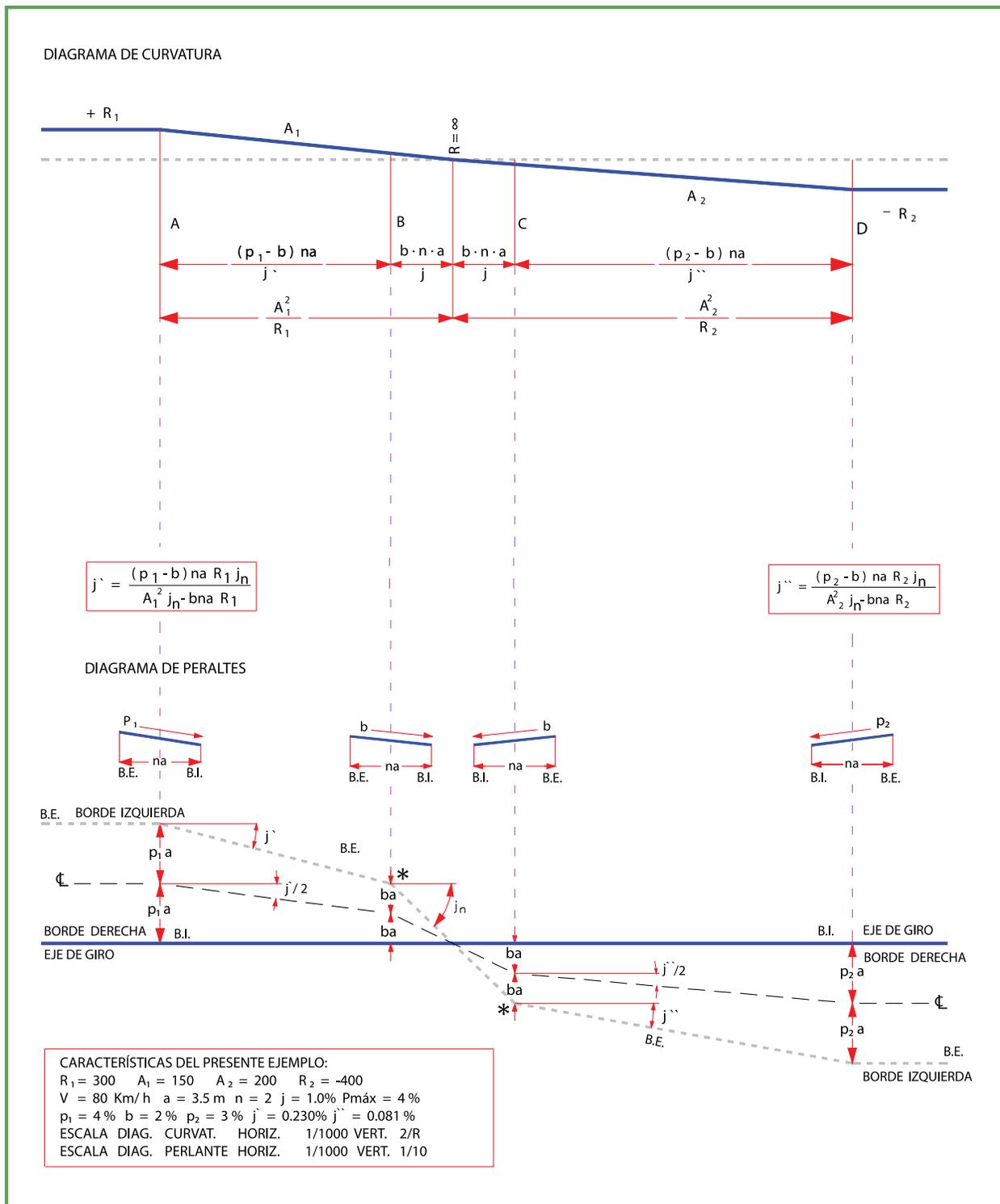


Fig. 5.01.205(4)B

Transición Peralte con Clotoide Corta Eje Giro=Borde

Zonas Vehiculares en Sección Normal

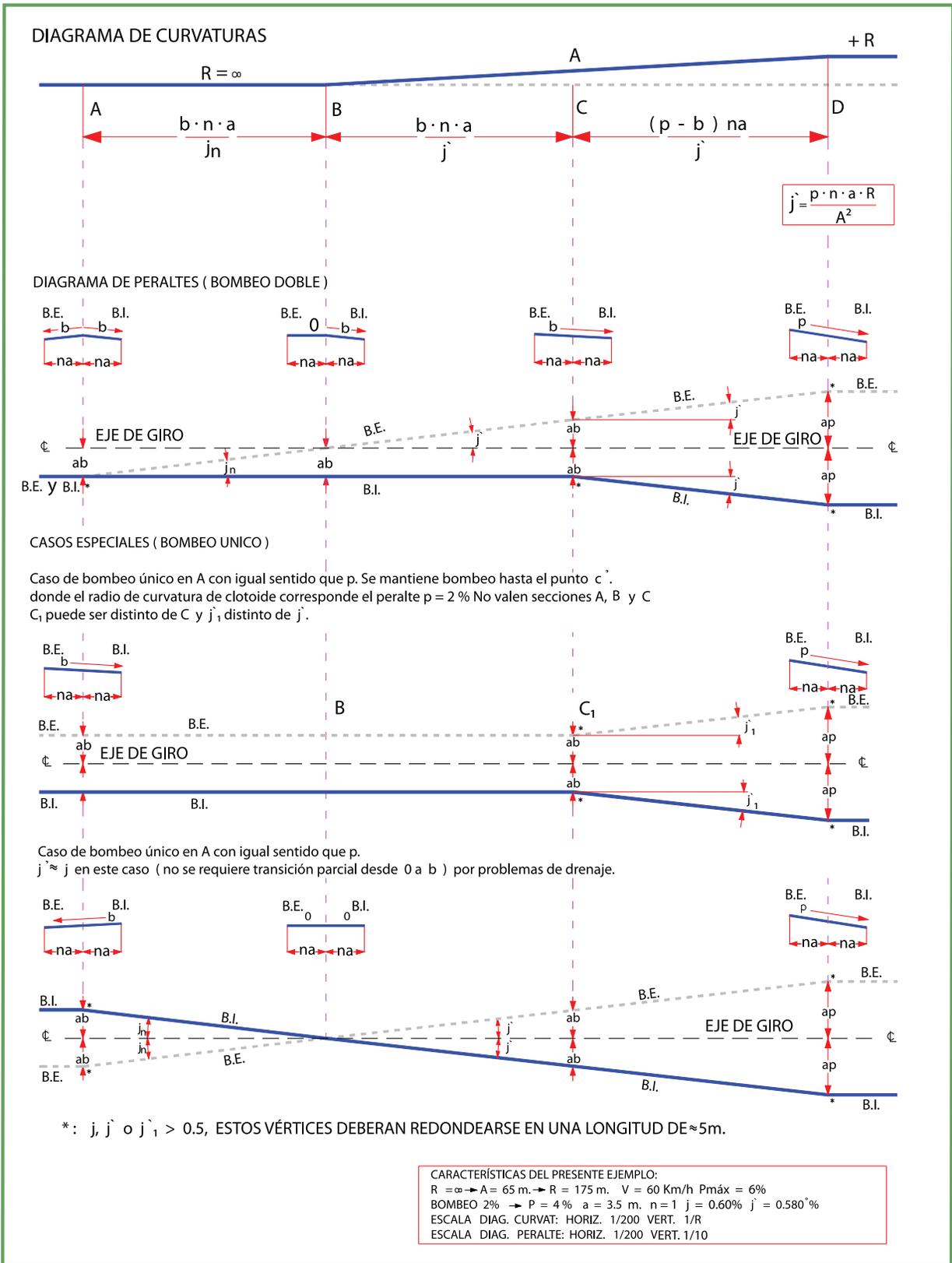
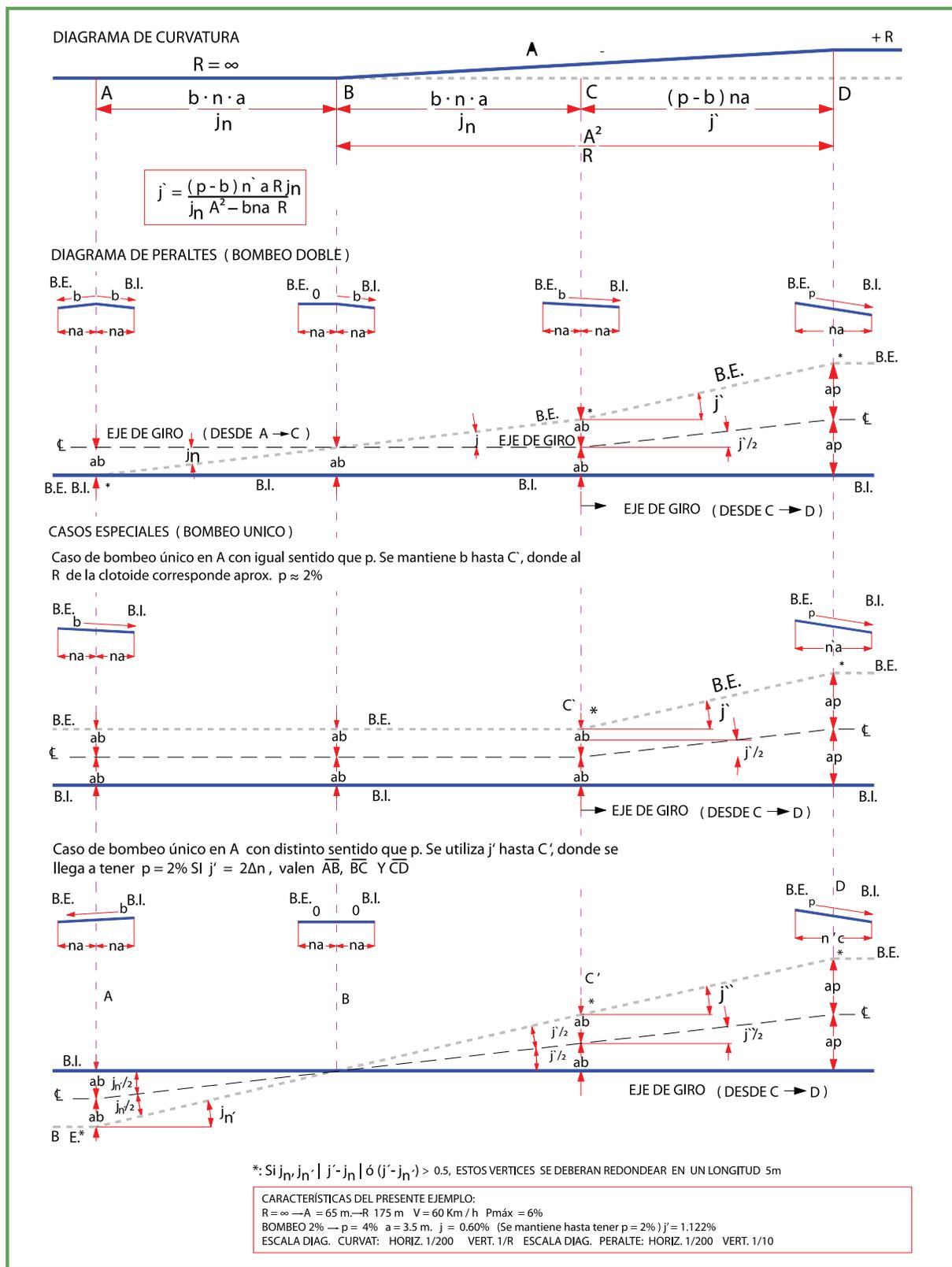


Fig. 5.01.205(4)C  
 Transición Peralte con Clotoide Larga Eje Giro=E.R.



Zonas Vehiculares en Sección Normal

Fig. 5.01.205(4)D  
Transición Peralte con Clotoide Larga Eje Giro=Borde

**5.01.206 Calles Sin Salida.** Las calles sin salidas, como su nombre indica, son aquellas que están cerradas o que terminan en un extremo, generalmente porque son parte de un diseño vial asociado a sectores habitacionales, o porque no se desea su acceso a vías troncales o expresas y no existe en estos casos un camino de servicio lateral que acoja sus empalmes.

Las calles sin salida son ventajosas en muchos sentidos. Al eliminar el tránsito de paso (ni originado en la cuadra en cuestión ni destinado a ella) mejora notoriamente la seguridad y el nivel de contaminación atmosférica y acústica. Incluso en zonas industriales, tales diseños favorecen las actividades propias de las mismas, al hacer de la calle un lugar muy cómodo para carga y descarga.

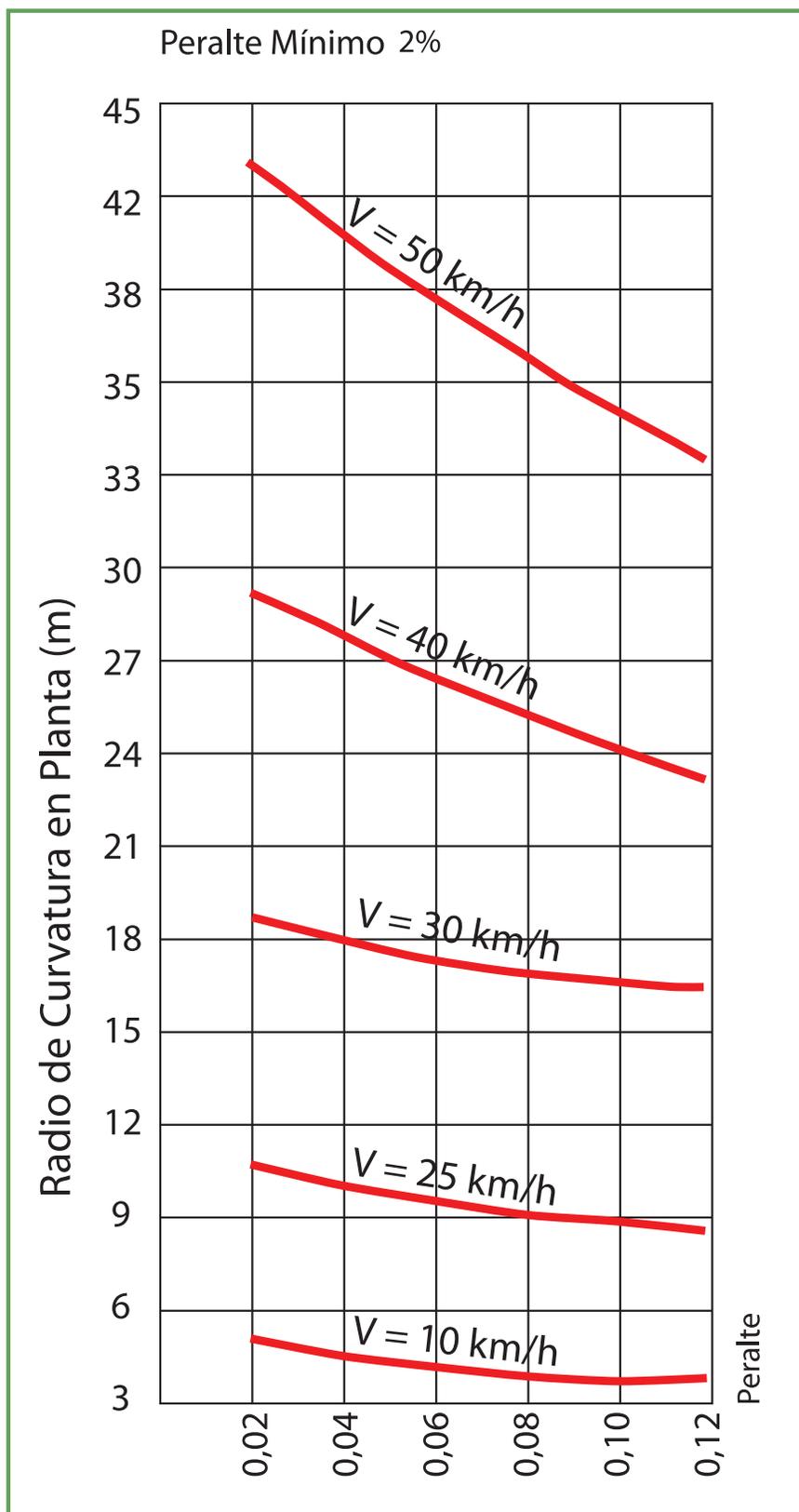
Sin embargo, en las calles de servicio este esquema es por lo general negativo, salvo en el caso de algunas vías peatonales, por la disminución de la accesibilidad. Si se prevé esto, se puede analizar la conexión de dos o más calles para mejorar la circulación.

Las calles de este tipo son bidireccionales y deben estar provistas de un terminal que permita los giros en "U". Estos giros deben ser posibles a vehículos del tipo mudanza (4.01.3), cuyas maniobras básicas han sido representadas en las láminas 4.01.4 A, B, C, y D.

**5.01.207 Trazado en Planta de facilidades para ciclistas.** Por lo general, la geometría empleada para las vías urbanas es más que suficiente, desde el punto de vista dinámico, para las exigencias y limitaciones de la circulación de los bicis. Los anchos y ubicaciones de la ciclovías o de las pistas de bicis se tratan en 5.02.202 y 5.02.203.

No se debe asimilar la circulación de bicicletas y triciclos con la de las bicimotos y similares, considerando las condiciones técnicas y limitaciones de circulación, (se entenderá por estas últimas a los vehículos de cilindrada inferior a 50 cm<sup>3</sup> y velocidad inferior a 45 km/h).

En todo caso, a las ciclistas también puede conferírseles una inclinación transversal que depende de la velocidad de diseño y del radio de curvatura, según las relaciones graficadas en la Lámina 5.01.207 (1), provenientes de la norma AASHTO de California. Esta norma está orientada al caso rural, donde el concepto de velocidad de diseño es más aplicable, por lo que se presenta como referencia para aquellos casos donde las características de la infraestructura ciclovial permita su aplicación. En tales casos, se debe señalar la velocidad para la cual está diseñada la curva. Las ciclobandas rara vez pueden ser objeto de estas consideraciones.



5.01.202 (1)

Relaciones V0 – Curvatura – Peralte para Ciclistas

Por otro lado, la geometría empleada para los arcos de las vías urbanas es generalmente apta, desde el punto de vista dinámico, para la circulación de estos vehículos. Esto, cuando la geometría de dichos arcos guarda relaciones de paralelismo con las ciclovías incluidas. Cuando una ciclista tiene tramos donde tal relación no se da, como puede ser el caso de trazados sinuosos dentro de una banda verde amplia, se recomiendan radios de curvatura iguales o superiores a 10 m. En las intersecciones este mínimo puede reducirse a 2,5 m. En la tabla 5.01.207 (1) A se tabulan las velocidades posibles de circulación siguiendo trazados de distintos radios de curvatura.

**TABLA 5.01.207 (1) A**  
**VELOCIDADES POSIBLES DE CICLISTAS CON TRAZADO EN CURVA**

Radio de Curvatura (m)	2.5	5	10	15	20
Velocidad (Km/h)	10	16	24	28	32

Por último al proyectar el trazado de una ciclovía, las rejillas del sistema de drenaje de aguas lluvias puede representar un serio riesgo para los ciclistas, ya que ciertos diseños de ellas pueden frenar o desviar la rueda delantera de la bicicleta.

Por seguridad dichos dispositivos deben ser colocados en el sentido transversal a la circulación de los ciclistas, de manera de evitar que se produzca el entramamiento o encaje de las ruedas de la bicicleta.

### 5.01.3 ALINEAMIENTO VERTICAL

**5.01.301 Descripción.** El eje de replanteo (5.01.1), asociado a un elemento característico de la sección transversal (por lo general su eje de simetría), queda definido en planta por las coordenadas horizontales (x,y) de los puntos singulares: puntos de empalme de las distintas alineaciones que configuran el trazado de planta, y de una serie de puntos fijos espaciados en forma regular, según la precisión que sea deseable dar al replanteo (10 ó 20 metros, por ejemplo) y que habrán de servir de base para los perfiles transversales.

Para la completa descripción del eje será preciso asociar al eje en planta un eje en alzado o elevación que defina en forma continua las cotas de todos sus puntos y, en particular, de cada uno de dichos puntos fijos, al nivel de la superficie del pavimento (rasante).

El perfil longitudinal estará constituido por tramos que presentan pendientes constantes de distinta magnitud y sentido, empalmándose entre sí mediante parábolas de segundo grado, que permiten una transición paulatina entre los tramos rectos, que al cortarse lo hacen en un ángulo que representaría un quiebre inadmisibles de la rasante.

Convencionalmente se define como pendientes positivas aquellas que, al avanzar el kilometraje de la vía, van haciendo aumentar la cota del eje, y negativas las que la hacen disminuir.

**5.01.302 Inclinación de las Rasantes**

**(1) Pendientes Máximas Admisibles y sus Restricciones.** Las rasantes de las vías urbanas deben presentar pendientes máximas de acuerdo a su categoría. Es imprescindible recordar que los valores máximos, tabulados a continuación, corresponden por lo general a accesos a estructuras a distinto nivel, y que su utilización puede ser antieconómica si se consideran sus efectos sobre los flujos. Han de evitarse, por lo tanto.

**TABLA 5.01.302 (1) A  
PENDIENTES VERTICALES MAXIMAS**

V (km/h)	PENDIENTES POSITIVAS MAXIMAS SEGUN CATEGORIA (SIN SEMAFOROS)				
	EXPRESAS	TRONCALES	COLECTORAS	SERVICIO	LOCALES
25	---	---	---	---	12,0
30	---	---	---	11,0	12,0
35	---	---	---	10,5	---
40	---	---	10,0	10,0	---
45	---	---	9,5	---	---
50	---	8,0	9,0	---	---
55	---	8,0	---	---	---
60	---	7,5	---	---	---
65	---	7,5	---	---	---
70	---	7,5	---	---	---
75	---	7,0	---	---	---
80	6,5	7,0	---	---	---
85	6,5	---	---	---	---
90	6,0	---	---	---	---
95	6,0	---	---	---	---
100	5,5	---	---	---	---

En calzadas unidireccionales independientes, las pendientes de bajada podrán superar estos valores hasta en un 2%.

En pasos inferiores de gálibo reducido (5.02.7), estos valores pueden ser aumentados en un 2%.

La existencia de semáforos o señalización que limite la preferencia de paso, obliga a imponer ciertas restricciones a estos valores: En el caso de pendientes positivas independientes, deberán reducirse los máximos de la tabla en un 2%, y en el caso de bajadas, ya sean independientes o no, deberá intentarse una reducción de la pendiente de tal modo que al menos 60 metros antes del punto de eventual detención, si la velocidad de diseño es igual o superior a 60 km/h, o 40 metros en caso contrario, se tenga una pendiente no superior al 4%, y además se deberá tratar de conseguir un tramo de unos veinte metros antes de dicho punto con la pendiente lo más próxima a la mínima que sea posible (véase acápite siguiente).

**(2) Pendientes Mínimas.** En las vías urbanas, sobre todo en los diseños tradicionales bordeados por soleras, es indispensable conferir al eje una pendiente no inferior al 0,35% si se tiene peralte o bombeo. Si se tienen zonas de transición de peraltes, en las cuales la inclinación transversal puede llegar a ser nula, este mínimo es del 0,5% y en lo posible un 1%.

En el caso de vías sin solera, o con solera permeable, se puede aceptar pendientes nulas si se tiene peralte o bombeo.

### 5.01.303 Enlace de Rasantes

**(1) Descripción.** El ángulo de deflexión entre dos tramos rectos que se cortan, con pendientes  $i_1$  e  $i_2$  respectivamente (en tanto por uno y con su signo convencional), quede definido por la expresión  $\theta = |i_1 - i_2|$

Cuando  $\theta \geq 0.005$  (0,5%) se deberá proyectar una curva vertical para enlazarla, que será una parábola de segundo grado.

Para todos los efectos de cálculo y replanteo, la longitud de la curva vertical de enlace está dada según medidas proyectadas sobre la horizontal y vale  $2T = K\theta = K|i_1 - i_2|$ , siendo  $K$  una constante expresada en la nomenclatura propia de las parábolas y que es asimilable, por aproximación, al valor del radio de curvatura del círculo que es tangente a ambas rectas en los mismos puntos que la parábola de segundo grado.

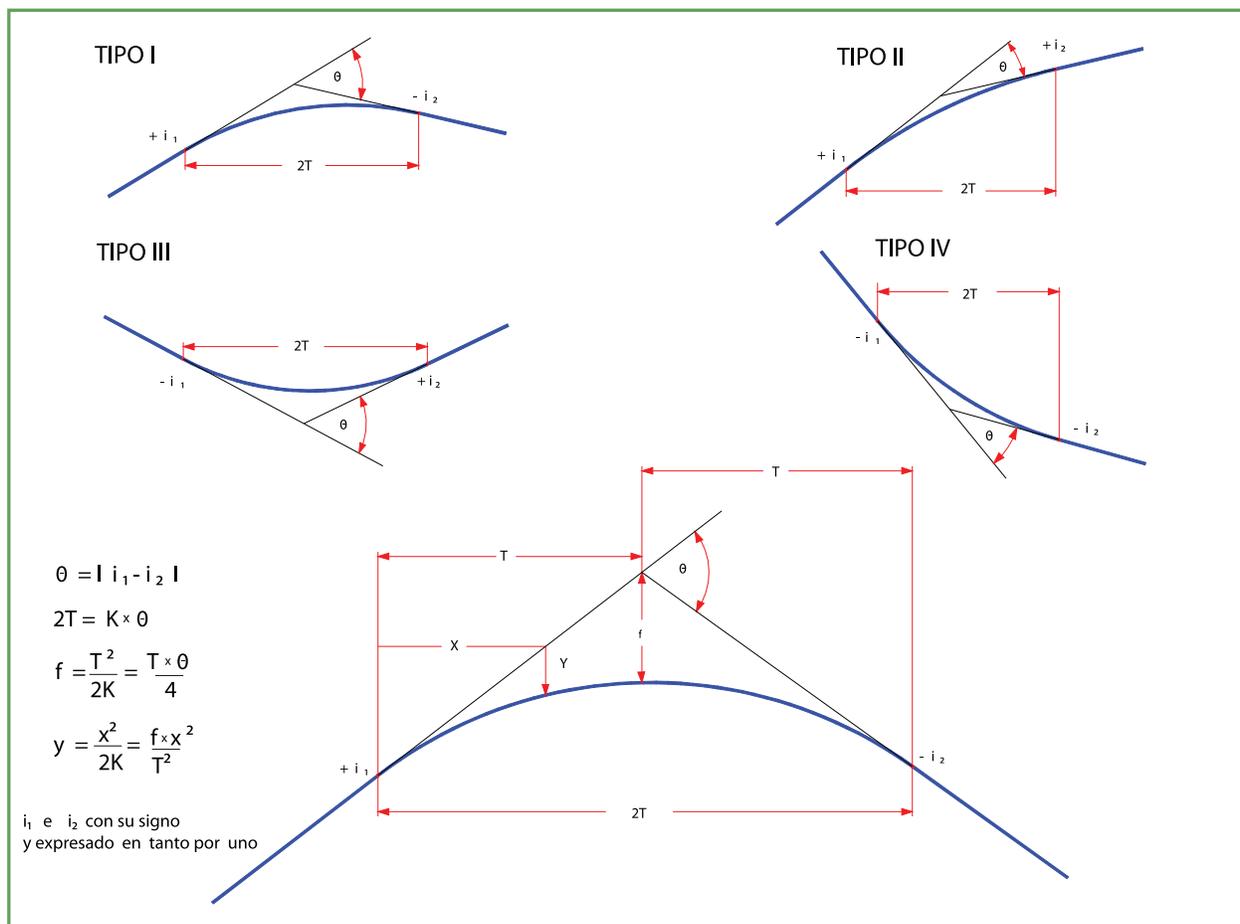


Fig. 5.01.303(1)A  
Curvas de Acuerdo Vertical

En la lámina 5.01.303 (1) A se ilustran los elementos y características de estas curvas y se incluyen las expresiones algebraicas que permiten calcularlas.

**(2) Parámetros Mínimos**

a) *Curvas Convexas.* El parámetro mínimo está dado por la expresión:  $K_v = D_p^2 / 2 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$  en la cual  $D_p$  es la distancia de visibilidad de parada en metros (2.02.503),  $h_1$  y  $h_2$  son las alturas de los ojos del conductor y de un obstáculo fijo en el suelo respectivamente. Si  $h_1 = 1,15m$  y  $h_2 = 0,15m$ , la expresión anterior se reduce a  $K_v = D_p^2 / 4.26$ . Los valores de  $K_v$  para cada velocidad de diseño se tabulan en 5.01.303 (2) A.

b) *Curvas Cóncavas.* En este caso se suponen tres casos distintos: que la curva está iluminada, que no lo esté, o que exista un obstáculo sobre la rasante (p. Ej. viga de paso superior que cruza la vía en cuestión) que obstruya la visión de un conductor de vehículo alto.

- Lo normal y deseable en una ciudad es que la vía esté iluminada. En tal caso, el parámetro mínimo de una curva de acuerdo cóncava se calcula de tal modo que el

Zonas Vehiculares en Sección Normal

- conductor no sufra los efectos de una aceleración radial superior a  $0,5 \text{ m/s}^2$ , lo cual produce la expresión  $K_{ci} = V^2 / (3,6^2 \times 0,5) = V^2 / 6,48$ .
- Si la vía no consulta iluminación, el parámetro mínimo está dado por la expresión  $K_c = Dp^2 / 2 (h + Dp \text{ sen } \beta)$ , donde  $h$  es la altura de los focos del vehículo y  $\beta$  es el ángulo de abertura del haz luminoso de los focos del vehículo con respecto a su eje (la visibilidad queda limitada sólo por la noche. Si  $h = 0,6\text{m}$  y  $\beta = 1^\circ$ ,  $K_c = Dp^2 / (1,2 + 0,035 Dp)$ ).
  - El caso del obstáculo sobre la rasante obliga a un parámetro mínimo  $K_{ce} = Dp^2 / 8c - 4 (h_3 + h_4)$ , donde  $c$  es la menor luz libre entre la estructura y la rasante,  $h_3$  es la altura de los ojos de un conductor de camión o bus y  $h_4$  la de las luces traseras de un vehículo o nivel inferior perceptible de un vehículo en sentido contrario. Si  $h_3 = 2,5\text{m}$  y  $h_4 = 0,5\text{m}$ .  $K_{ce} = Dp^2 / 8c - 12$ . Si  $c$  corresponde al gálibo normal (4,5m), se observa que esta exigencia no es relevante. Si se tratase de un gálibo reducido (3,0m), es preciso contrastar el valor de  $K_c$  o de  $K_{ci}$  con el de  $K_{ce}$ .

Los valores de los parámetros mínimos para curvas cóncavas aparecen en la tabla 5.01.303 (2) A.

**TABLA 5.01.303 (2) A**  
**PARAMETROS MINIMOS PARA CURVAS VERTICALES**

V (km/h)	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
$K_v$										1.75	2.20	2.80	3.50	4.20	5.20	
$K_{ci}^*$	100	150	200	250	375	550	750	1.000	1.300	0	0	0	0	0	0	6400
$K_c^*$	100	150	200	250	320	400	470	550	650	750	850	1.00	1.10	1.25	1.40	1600
	150	250	350	450	600	800	1.000	1.200	1.500	1.75	2.05	2.40	2.70	3.00	3.50	4000
										0	0	0	0	0	0	

\* Si existen pasos superiores de gálibo reducido, verificar  $K_{ce}$  (véase texto).

**(3) Longitudes Mínimas de Curvas Verticales.** Conviene evitar los desarrollos demasiado cortos de las curvas verticales, que se producen cuando  $\underline{\theta}$  es pequeño y se usan valores de  $\underline{K}$  próximos a los mínimos. Por ello se recomienda hacer que  $2T(m) \geq |2,3 V(km/h)|$ . Es decir, que el desarrollo en metros sea mayor o igual a 2/3 del número de km/h de la velocidad de diseño. Ejemplo: Si  $V = 60 \text{ km/h}$ ,  $2T \geq 2/3 \times 60 = 40\text{m}$

**(4) Drenaje en Curvas Verticales.** En curvas verticales con  $i_1$  e  $i_2$  de distinto signo, los valores grandes de  $\underline{K}$  producen zonas relativamente extensas en que la pendiente longitudinal es inferior a los mínimos que garantizan el escurrimiento de las aguas superficiales. En el caso de existir soleras, se deberá hacer a éstas discontinuas o bien disponer sumideros. Si no hay soleras, la pendiente transversal bastará para evacuar las aguas hacia el borde de la plataforma y desde allí hacia el dispositivo proyectado para disponer de ellas.

## SECCION 5.02 ELEMENTOS DEFINIDOS EN LA SECCION TRANSVERSAL

**5.02.1 ASPECTOS GENERALES**

**5.02.101 Definiciones.** Un perfil transversal de una vía describe varias características geométricas, según un plano perpendicular a su eje de replanteo, en un punto cualquiera de su trazado.

La expresión "sección transversal" puede ser usada en este mismo sentido local, pero también sirve para referirse a uno de los tres conceptos genéricos utilizados en la definición de una obra vial: (planta, sección longitudinal y "sección transversal").

Más aún, suele llamarse así al "perfil tipo" o "sección tipo" de una vía, que corresponde a una situación transversal válida de manera constante en tramos de longitud significativa de una obra, y que por lo tanto sólo describe aquellos elementos que pueden mantenerse inalterados, como son los anchos y composición de la(s) calzada(s), con sus pistas y bandas constitutivas; el ancho de bandejones, paseos e incluso veredas, si una plataforma pública regular lo permite, y la peculiar distribución de todos ellos dentro de la franja disponible.

En este sentido, el perfil tipo no puede reflejar inclinaciones transversales ni altimetría específica, como no sean aspectos de ellos que supongan criterios también constantemente válidos en la totalidad del tramo.

En la presente sección se utilizará la expresión "sección transversal" en su sentido genérico, y los términos "perfil transversal" y "perfil tipo" (o "sección tipo") en los casos particulares recién descritos bajo tal nomenclatura.

**5.02.102 Alcances y Propósitos de la presente Sección.** De acuerdo a la definición anterior, en los tópicos siguientes se abordarán los distintos elementos de la vialidad cuyas características y dimensiones requieran de una descripción transversal o queden mejor reflejadas en tal plano. Estas características son básicamente el ancho y la inclinación de dichos elementos. Muchas de ellas pueden ser objeto de normalización o de recomendaciones.

Además se ha asumido una nomenclatura convencional para describir las vías según las características principales de su configuración transversal (véase párrafo siguiente) y otra para describir sintéticamente las características de una pista.

**5.02.103 Nomenclatura para Perfiles Tipo.** Se ha considerado útil la creación de una nomenclatura que permita referirse a una sección tipo sin descripciones convencionales que pueden llegar a hacer indispensable un dibujo.

Para ello se han definido las siguientes iniciales, con los significados que se indican:

A	= Acera (3.01.1)
B	= Bandejón (5.02.4)
C	= Ciclobanda (5.02.203 (2)) o Ciclopista (5.02.202 (2))
E	= Estacionamiento (5.02.3)
L	= Pista lateral (en calle lateral de servicio) (5.02.202(2))
M	= Mediana (5.02.4)
N	= Pista normal en calzada principal (5.02.202)
P	= Paseo (3.01.3) Si aparece en un extremo, es acera (3.01.1)
S	= Pista Solobus (5.02.202 (2))
S'	= Pista Solobus a contraflujo (5.02.202 (2))
V	= Vereda (3.02.101)
X	= Refleja velocidad de diseño indeterminada

Además serán usadas las siglas E, T, C, S y L en su significación habitual según la categoría (expresa, troncal, colector, servicio y local). La repetición de letras, como se verá, no causa problemas.

Entonces, la representación abreviada de una sección tipo utilizará estas letras para reflejar, en primer término, la categoría de la vía en cuestión y su velocidad de diseño si esto es posible, y luego la estructura de los elementos de la sección.

Por ejemplo, una vía troncal con velocidad de diseño de 60 km/h se presenta como T60\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ (la línea de trazos representa el resto de la descripción, tal como se ve más adelante). Una local, con velocidad de diseño indeterminada (calle existente sin tratamiento alguno que permita asignarle una), sería LX\_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ \_ . Como se aprecia, la letra que corresponde a la categoría queda aislada del resto de la descripción, ya sea por un número o por una "X", lo que impide cualquier confusión con otras letras que aparecerán a continuación y entre paréntesis.

A continuación de esta primera información aparecerán uno o dos paréntesis, dependiendo de si la plataforma está dividida en partes que sirvan distintos sentidos de tránsito. Nuestro ejemplo anterior tendrá alguna forma de este tipo:

T60 ( \_ \_ \_ \_ \_ ) ( \_ \_ \_ \_ \_ ) : Troncal de 60 km/h con doble sentido.

T60 ( \_ \_ \_ \_ \_ ) : Troncal de 60 km/h con sentido único.

Cuando los sentidos de circulación están separados por una mediana o un paseo, se intercala la M o la P del caso entre ambos paréntesis:

T60 ( \_ \_ \_ \_ \_ ) M ( \_ \_ \_ \_ \_ ) : Troncal de 60 km/h doble sentido separados por mediana

T60 ( \_ \_ \_ \_ \_ ) P ( \_ \_ \_ \_ \_ ) : Idem, separados por paseo.

## El Eje de Replanteo

En el interior de los paréntesis se representará, mediante las iniciales correspondientes y eventuales signos "+", todos los elementos que constituyen en su conjunto la plataforma.

Esta representación en clave respeta el orden de las pistas y demás elementos, como si estuviesen mirados hacia el sentido de avance definido para la vía.

El signo "+" sirve para separar entre sí a dos elementos de distinta naturaleza, entendiéndose por esto si son zonas vehiculares (pistas y bandas) o zonas mixtas o peatonales (veredas, paseos y bandejones).

Entonces, si la vía troncal del ejemplo tuviera veredas, tres pistas normales en cada sentido, con separación central mediante mediana, la nomenclatura sería:

T60 (V + NNN) M (NNN + V)

Si no existiera mediana y las pistas centrales fueran solobus, la nomenclatura sería:

T60 (V + NNS) (SNN + V)

Cuando existe simetría axial, se puede reducir la expresión eliminando uno de los paréntesis, lo cual se ejecuta de manera distinta si hay o no elemento separador:

T60 (V + NNN) M : La existencia de la "M" o la "P" indica tácticamente que lo que está a su lado izquierdo de dichas letras se refleja (gira) en torno a ella (como en un espejo).

T60 (V + NNS) 2 : El 2 indica explícitamente que lo representado es el lado izquierdo de la plataforma y que el lado derecho se obtiene reflejando dicho lado izquierdo en torno al borde extremo del elemento más próximo al 2, o sea, la pista solobus (S).

Las "bandas" (E o C), que se definen como prolongación de una calzada, separadas de ella a lo sumo por una discontinuidad altimétrica de no más de 10cm, no requieren, según lo dicho, del signo "+". Sólo se utilizará este signo si E o C representan estacionamientos o ciclistas segregados. Ejemplos:

LX (V + ENNE + V) : Local, sin velocidad de diseño asignable; un sentido de circulación; plataforma con dos veredas que flanquean una calzada compuesta por dos pistas normales, cada una de ellas con una banda de estacionamiento.

S40 (V + E + B + CNNN) P (NNNC + V) : Calle de servicio, de 40 km/h de V.D.; asimétrica, con dos sentidos separados por un paseo; el lado izquierdo con vereda, estacionamiento segregado de una ciclobanda y tres pistas normales mediante un bandejón; el lado derecho con vereda y una calzada igual a la anterior, con tres pistas normales y una ciclobanda adyacente a la primera pista (se cuenta desde la vereda).

S40 (V + S' NNS + V) : Calle de servicio, de 40 km/h de V.D. Un sentido básico de circulación, con pista solobus a contramano en el extremo izquierdo de una calzada cuyos restantes

elementos son, desde el extremo derecho, una pista solobus y dos pistas normales. Veredas a cada lado.

El caso de grandes vías, que tienen calles laterales con distinta velocidad de diseño se representará mediante un ejemplo que se hará a propósito excepcional, con el fin de hacer notar que este sistema de nomenclatura es, una vez aprendidas las simples leyes que lo definen, fácil de usar. Además se puede apreciar que si la representación parece extensa, más extensa y abstrusa sería la explicación oral o escrita.

T60 – 40 (V + SLL + B + NNN) M(3N + B + E + B + LLS + P) (NNN = 3N)

Esta nomenclatura correspondería, entonces a una vía troncal, de 60 km/h de velocidad de diseño, con una mediana que separa dos sentidos de tránsito, que discurren a través de elementos asimétricamente dispuesto. El lado izquierdo de la plataforma consulta: vereda tipificada; una calzada lateral de 40 km/h de velocidad de diseño (de allí el T60 – 40 que aparece al comienzo), la cual queda configurada por una pista solobus y dos pistas laterales; luego un bandejón, que separa a esta última de la calzada principal, y esta misma, consistente en tres pistas normales. El lado derecho también presenta tres pistas normales, pero el bandejón que la flanquea separa a dicha calzada principal de un estacionamiento, el cual a su vez queda segregado de la calle lateral por otro bandejón; dicha calle tiene dos pistas laterales y una solobus y por último completa el perfil tipo una vereda – paseo.

Esta nomenclatura permite incluso agregar, al lado de cada elemento, su alineación transversal, con lo cual se tendrá expresada alfanuméricamente, la sección tipo de la vía, la cual podría ser dibujada a partir de su expresión según esta clave. Como ejemplo se utilizará el caso S40 (V + E + B + C3N) P (3NC + V), citado anteriormente: dimensionada esta clave de una manera cualquiera, podría aparecer S40 (V 2,5 + E 7,0 + B 2,0 + C 2,0 – 3 N 3,5) P 12,0 (3 N 3,5 – C 2,0 + V 3,0). Lo único que es preciso cuidar es separar mediante guión dos números pertenecientes a una misma calzada (C 2,0 – 3 N 3,5), lo cual no lleva a error si se respeta la convención de usar el signo “+” para separar los demás conjuntos de elementos entre sí.

Nótese que en vez de NNN se usó 3N, lo cual es conveniente por razones de espacio; con mayor razón si se tratase de 4 pistas.

## 5.02.2 LAS CALZADAS

**5.02.201 Definición.** Una calzada es una banda material y geoméricamente definida, de tal modo que su superficie pueda soportar un cierto tránsito vehicular y permitir desplazamientos cómodos y seguros.

Una calzada está formada por dos o más pistas, aunque en casos especiales podrá constar con sólo una si ésta contempla un ancho suficiente para permitir maniobras de adelantamiento.

Se considera que una calzada es bidireccional si por ella pueden circular vehículos en ambos sentidos, sin separación material de los flujos opuestos, y unidireccional si acoge circulaciones en un sólo sentido, ya sea porque es calzada única o porque está separado de aquella que completa el par, mediante barreras o espacios tales como paseos y medianas.

Una calzada está constituida por pistas y bandas, las cuales, a su vez, pueden ser de distintos tipos, tal como se describirá en los párrafos siguientes.

Por último, se hace hincapié en que la modificación de la sección transversal de las calzadas debe ser hecha de tal manera que produzca las menores discontinuidades posibles en la perspectiva que los conductores tienen de las pistas que usan. Las intersecciones pueden ser diseñadas de tal manera de absorber dichas modificaciones, aprovechando la discontinuidad que ellas suponen, pero siempre respetando la continuidad de los ejes involucrados y cuidando de no enfrentar pistas de distinto ancho sin una adecuada transición.

### 5.02.202 Pistas de Circulación

**(1) Aspectos Generales.** Una pista es cada una de las franjas en que se puede subdividir una calzada, la cual permite acomodar una fila de vehículos transitando en un sentido.

El número y tipo de pistas de una calzada dependerá de la decisión que el proyectista tome en tal sentido, atendiendo a la demanda y a las circunstancias geométricas y operativas que configuren el problema a resolver. Lo mismo se puede decir de los aumentos y disminuciones de dicho número de pistas, los cuales deben resolverse según los criterios que se indican en el acápite (5) del presente párrafo.

En todo caso, el número mínimo de pistas de una calzada con sentido único es uno, siempre que su ancho permita maniobras de adelantamiento, y el número máximo recomendable es cuatro, salvo calles de flujo reversible. Este máximo no es algo estricto; más bien refleja el criterio de que si la demanda requiere tales secciones en tramos extensos, puede convenir un diseño con dos calzadas por sentido, interconectadas esporádicamente, una de las cuales servirá a trayectos largos y recibirá tratamientos especiales en las intersecciones, y la otra operará paralelamente como colectora-distribuidora, facilitando los virajes a la izquierda.

Las pistas de una calzada se numeran positivamente desde el borde derecho de ésta (considerando el sentido de avance del kilometraje en el proyecto u otro sentido claramente definido), hasta el borde opuesto si es de un solo sentido, o hasta la separación de sentidos (demarcación, mediana o paseo) si tal es el caso, y negativamente desde el borde izquierdo de la calzada hasta dicha separación de sentidos, cuando se quiere describir las pistas con flujo inverso al sentido de avance definido. Por ejemplo, en una calzada con 6 pistas separadas por una mediana, si se describen las pistas en un sentido específico (de avance del kilometraje por ejemplo) las pistas +1, +2 y +3 serían las pistas exterior, media e interior del lado en que los vehículos se mueven en el mismo sentido de avance del kilometraje y -1, -2 y -3 las

equivalentes del lado en el que se tiene sentido de flujos opuesto. Si la calzada fuera única, no se explicitará el signo "+", bastando con decir pista 1, 2 ó 3.

En el acápite (3) del presente párrafo se presenta una nomenclatura más completa.

**(2) Tipos de Pista.** En el presente Manual se consideran cuatro tipos distintos de pistas: normales, solobus, laterales y para ciclistas.

*a) Pistas Normales.* Son aquellas destinadas al tránsito en general, sin más restricciones a éste que las impuestas por el diseño. La ubicación de las mismas, dentro de la calzada configurada por ellas (véase acápite anterior), constituye un matiz que de alguna manera diferencia a las pistas normales entre sí, sobre todo cuando los elementos adyacentes a la calzada tienen tal naturaleza y posición que afectan la operación de los vehículos que circulan por los extremos de dicha calzada.

*b) Pistas Solobus.* Estas son pistas exclusivas para vehículos de locomoción colectiva, taxis excluidos.

Las ventajas de estas pistas, que se traducen en beneficios muchas veces importantes, son: el aumento de la velocidad, la mejora de la regularidad y las consecuentes ventajas económicas en la explotación. Además, es posible esperar que la existencia de estas pistas, y los consiguientes efectos sobre el servicio de transporte público, produzcan una atracción de los viajeros hacia dicho servicio, reduciendo por tanto la congestión.

Estas pistas pueden estar situadas junto a la solera o junto al eje de la vía, y pueden servir para que circule en ellas en el mismo sentido que en el resto de los carriles, o en sentido opuesto.

En el último caso (contraflujo) se consigue un aumento de la velocidad de los buses en la hora punta y se eliminan las dificultades que puede plantear al transporte público un esquema de calles con sentido único. Como contrapartida se pueden citar las dificultades de carga y descarga, las dificultades y riesgos que aparecen, sobre todo en intersecciones con movimiento de giro, y la necesidad de proveer en ellas islas o bandejones para la subida y bajada de pasajeros.

Un limitante básico a las pistas especiales para buses es la exigencia de que la calzada contenga al menos dos pistas más para vehículos de todo tipo, salvo en el caso de calles laterales que sirven a calzadas centrales más importantes, donde se acepta una sola pista adicional para todo tipo de vehículos.

En cuanto al funcionamiento de estas vías reservadas debe tenerse en cuenta, cuando ellas son adyacentes a la vereda, que los buses no deben salir de su pista si no hay alguna emergencia y que sólo en casos excepcionales se puede permitir que los demás vehículos invadan dicha pista para girar a la derecha. Cuando las pistas especiales son centrales es deseable la prohibición de giros a la izquierda. Estos se permitirán solo en casos extremos

donde no exista la posibilidad de re-rutear los vehículos particulares, para lo cual deberán estar diseñados y regulados adecuadamente. Si se trata de calles de doble sentido suficientemente anchas y si es necesario disponer pistas "Solobus" en ambos sentidos, es preferible hacerlo por el centro.

Las intensidades horarias de autobuses que justifican una pista reservada, desde el punto de vista de las pérdidas de tiempo del conjunto de los usuarios de la vía pública, es materia de evaluación en cada caso. A continuación se indica la experiencia francesa, que da una primera aproximación al problema.

**TABLA 5.02.202 (2) A**  
**INTENSIDADES (VEH/H) DE AUTOBUSES QUE JUSTIFICAN PISTAS "SOLOBUS"**

N° DE PISTAS DE LA CALZADA EN EL MISMO SENTIDO	N° DE AUTOBUSES POR HORA EN LA CALZADA SI ESTA:				
	CONGESTIONADA			NO CONGESTIONADA	
	C = 50	C = 70	C = 90	C = 30	C = 50
2	60	45	35	45	30
3	45	30	25	40	25
4	40	30	25	35	25
5	40	30	25	30	25

NOTA: C = Número medio de viajeros en los buses.

FUENTE: S. Frebault, Les Transport Publics de Surface dans les Villes, I.R.T., Paris, Marzo 1970.

c) *Pista Lateral*. Conviene distinguir, para efectos de la nomenclatura que se describe en el acápite siguiente, las pistas laterales, que son aquellas que configuran una calle lateral de servicio y que forman parte de una sección amplia en la cual existen calzadas más importantes constituidas por pistas normales.

d) *Ciclovías*. Es el nombre genérico que reciben los elementos de infraestructura vial, urbanos o rurales, destinados al uso exclusivo de bicicletas que se encuentren demarcadas o segregadas de las pistas vehiculares mediante bandejes u otros elementos, y/o compartiendo con los flujos vehiculares en vías de baja velocidad por lo menos en lo que respecta a su sección normal, ya que en las intersecciones pueden diseñarse superficies comunes para todo tipo de vehículos. Las ciclovías se dividen en ciclobandas y ciclopistas.

Ciclobandas: son franjas para bicicletas, de una o más pistas, con uno o ambos sentidos de circulación, adyacentes a calzadas o veredas, que resultan de una ampliación o adaptación de cualquiera de estas superficies. En las ciclobandas la segregación pretendida se demarca y señala, pero no se refuerza con los elementos separadores de las ciclopistas. Sólo deben ubicarse donde la velocidad de circulación máxima permitida es de 60 km/h.

Ciclopistas son aquellas calzadas destinadas al uso exclusivo de bicicletas, de una o más pistas, con uno o ambos sentidos de circulación, que se encuentran segregadas físicamente del tránsito de vehículos motorizados mediante bandejonos o separadores. En el caso de estar dichas pistas en la acera, la segregación respecto de las bandas peatonales, se ejecuta a través de separadores o bandas verdes. De este modo, la circulación de los bicis se produce segregada de otros vehículos y de los peatones, salvo en los cruces a nivel que pudieran producirse con otras vías.

**(3) Nomenclatura.** Cada uno de los tipos de pista descritos en acápite anterior tienen asignada una letra en la nomenclatura para perfiles tipo (5.02.103). Estas letras son: N para las normales, S para las Solobus (S' si es a contraflujo), L para las laterales y C para ciclopistas.

Conviene definir una nomenclatura que ilustre, además del tipo de pista, la ubicación de ésta dentro de la calzada.

Definido un sentido de avance de la vía (el del kilometraje si es proyecto), se puede establecer, mediante el signo descrito en el acápite (1) precedente o su ausencia, si la pista en referencia pertenece a la calzada – o parte de la calzada – que atiende flujos con el mismo sentido de avance (+), al opuesto (-), o al único sentido considerado (sin signo). En este último caso, el sentido de avance utilizado se entenderá elegido igual al de los flujos. Las pistas solobus a contraflujo mantienen la numeración y el signo que les correspondería si no fuesen a contraflujo, puesto que el apóstrofe (S') aclara la situación especial.

Por ejemplo, en una calzada con sección tipo T60 (V + S' NNNS + V), que representa una vía troncal con dos veredas tipificadas, con sendas pistas Solobus en sus extremos, de las cuales la del extremo izquierdo es a contraflujo (el sentido de avance es el de los vehículos, pues la nomenclatura indica un solo sentido para la calzada), la forma de aludir individualmente a cada una de las pistas involucradas sería: S'5, N4, N3, N2 y S1. Otro caso para ejemplo sería una calzada **E** 80 (SLL + B + 3N) M (3N + B + LS), asimétrica, con dos calzadas principales de tres pistas cada una y calles laterales con una pista solobus y dos y una pistas laterales respectivamente. Aquí, las pistas se individualizarían de la siguiente manera (de izquierda a derecha): S-1, L-2, L-3, N-1, N-2, N-3; N+3, N+2, N+1, L+2, S+1 (el signo "+" ilustra de la existencia del sentido opuesto en la plataforma).

Si se desea o requiere abundar en la nomenclatura, se puede agregar entre paréntesis, la estructura de la calzada que contiene la pista individualizada. En el ejemplo recién citado, la segunda pista lateral del lado derecho de la sección sería L+2 (LS), con lo cual se tendría la información adicional de que la pista lateral en cuestión no es vecina a otra similar, sino que a una solobus y que en total esa calzada contempla sólo dos pistas (con sentido de circulación igual al definido como referencia). El hecho de ser L implica la existencia de calzadas centrales.

#### (4) Ancho de las Pistas

a) *Anchos Recomendables y Mínimos*: El ancho de una pista dependerá de la categoría de la vía, de su velocidad de diseño, de su posición relativa dentro de la calzada y de las funciones que ellas cumplan. También interviene en el ancho mínimo de pista el trazado en planta de la vía, pudiendo requerirse ensanches si el radio de curvatura es estricto. Esto se incluye en el acápite (5), a continuación de éste.

Para establecer el ancho de las pistas será necesario precisar el tipo de proyecto en estudio, puesto que los anchos definitivos pueden ser el resultado de un compromiso múltiple si tal proyecto está sometido a restricciones insalvables, como suele ocurrir, por ejemplo, en el caso de rectificaciones o ampliaciones de calles existentes, o incluso en trazados nuevos si las circunstancias de las expropiaciones o de otro tipo así lo determina. Este compromiso puede suponer la aplicación de ciertos anchos mínimos absolutos, que en condiciones normales no deberían ser usados, o la reducción de la velocidad de diseño en un tramo, con el fin de justificar anchos aún inferiores.

En general, ambos expedientes son poco recomendables, debiendo apuntarse a conseguir una sección tipo y una velocidad de diseño homogéneas a lo largo del trazado, antes que producir sucesivas variaciones de una y otra según las disponibilidades de espacio. Este criterio no es válido en la proximidad de las intersecciones ni en las zonas de curvas, donde el ancho de la calzada sufre alteraciones como efecto de otros factores.

Debido a las dificultades que habitualmente enfrentan los proyectos de esta naturaleza, es propósito de esta publicación dar criterios y valores que permitan una máxima flexibilidad para la elección de anchos de pista. Sin embargo, es preciso reconocer que los márgenes dentro de los cuales es posible moverse son relativamente estrechos, como resultados de las características operacionales de los vehículos.

A continuación se tabulan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para una pista, en recta, según la velocidad de diseño y según el tipo de la misma.

**TABLA 5.02.202 (4) A**  
**ANCHOS DE PISTA: MINIMOS RECOMENDABLES Y ABSOLUTOS EN RECTA (m)**

V (km/H)	N (1) (2)		S(2)				L(1)			
	M.REC	M.ABS	1 P.Solobus		2 P.Juntas <sup>(3)</sup>		Pista Unica <sup>(4)</sup>		Más de 1 Pista	
			M.Rec.	M.Abs.	M.Rec.	M.Abs.	M.Rec.	M.Abs.	M.Rec.	M.Abs.
30	2,75	2,50	3,50	3,25	6,75	6,25	4,75	4,50	2,75	2,50
40	3,00	2,75	3,50	3,25	6,75	6,25	5,00	4,75	3,00	2,75
50	3,25	3,00	3,75	3,50	7,00	6,50	5,00	4,75	3,25	3,00
60	3,25	3,00	3,75	3,50	7,00	6,50				
70	3,50	3,25	4,00	3,75	7,25	6,75				
80	3,50	3,25	4,00	3,75	7,25	7,00				
90	3,50	3,25								
100	3,50	3,25								

- (1) Si el porcentaje de vehículos pesados excede el 10%, se deberá aplicar un mínimo absoluto de 3,25m y para  $V \geq 70$  km/h, el mínimo recomendable.
- (2) El uso de los mínimos absolutos exige trazados con clotoides para velocidades iguales o superiores a 50 km/h.
- (3) Si son de distinto sentido, usar el doble de lo recomendable para 1 pista.
- (4) Las pistas laterales únicas pueden ser efectivamente únicas o ir acompañando a una pista solobus (S). En este último caso, corresponde usar los mínimos correspondientes al caso de "más de una pista" (columna de al lado).

**TABLA 5.02.202 (4) B**  
**Ancho de Pistas para Ciclistas: Mínimos Recomendables y Absolutos en Recta**  
**(A: Sin circulación de Triciclos – B: Con Circulación de Triciclos)**

CICLOPISTAS		CICLOBANDAS	
M. Rec	M. Abs	M. Rec	M. Abs
2,00	1,75	1,75	1,50

*Nota:*

*Se recomienda agregar 0,25 m a cada lado si existe solera con desnivel mayor a 10 cm y se combinan curvas en planta de radio inferior a 25 m con pendientes longitudinales superiores al 4%.*

Es preciso recordar que no debe recurrirse a los valores mínimos absolutos salvo en los casos en que las disponibilidades de espacio lo exijan y/o cuando se desee hacer uso de dichos mínimos como factor reductor de la velocidad. Si este control se produce de otra manera (espontáneamente, en función de los volúmenes de servicios, o mediante señalización y sincronización de semáforos) y además no hay restricciones de espacio, se puede pensar en pistas del orden de 3,25 a 3,50 metros de ancho por parejo, que son dimensiones que afectan poco a la capacidad teórica.

*b) Repartición de Excedentes.* Cuando se dispone de una faja de terreno con un cierto ancho mínimo para acoger una vía, el cual permite la aplicación de un perfil tipo que inicialmente satisface los requisitos del caso, puede haber un “excedente de sección”. Este sobrante puede ser usado para ampliar cualquiera de los elementos de dicho perfil, en el sentido de favorecer, ya sea la fluidez peatonal o la de los vehículos. La primera conlleva generalmente una ventaja estética y ambiental.

En caso de decidirse la utilización del excedente en ampliar los elementos vehiculares, cosa que es muy posible si ellos están prediseñados con anchos próximos a los mínimos absolutos, se recomienda la siguiente priorización:

- Pistas solobus
- Pistas normales del extremo derecho de la calzada más importante
- Pistas normales del extremo izquierdo de la calzada más importante
- Pistas normales centrales
- Ciclobanda
- Bermas (caso Vía Expresa)
- Ciclopistas
- Pistas laterales
- Bandas de Estacionamiento
- Estacionamientos
- Medianas (pistas de deceleración y espera)
- Bandejes

Es decir, que una vez definida la estructura general de la sección y los anchos deseables o mínimos de los elementos peatonales, se debe intentar conferir los anchos deseables a cada uno de los elementos listados, en ese orden, de tal modo que sólo cuando se haya satisfecho esta condición para uno de ellos se pueda seguir ampliando los que siguen. El eje de replanteo continúa siendo el eje de simetría de la calzada o un borde de ella si éste fuese el caso.

*c) La Demarcación: Consideraciones sobre su Ancho.* El ancho de una calzada es la suma del ancho de sus elementos y en él está incluido el grosor de las bandas de demarcación (véase Capítulo V del Manual de Ingeniería de Tránsito). Dicho de otra manera, una pista de ancho  $a$  tiene una dimensión transversal libre (sin pintura) inferior a dicho valor  $a$ . La cuantía de esta disminución depende del tipo de demarcación que se trate.

**(5) Variaciones del Ancho de las Pistas.** Este tema es tratado en conjunto con las bandas de estacionamiento, ciclobandas y zonas de parada de buses en el párrafo 5.02.204.

**(6) Inclinación Transversal de las Pistas.** Las pistas contemplan una inclinación transversal mínima llamada bombeo (5.02.205 (1)), que se aplica en recta o en curvas amplias (5.01.202 (4)). En este último caso, puede aparecer un contraperalte. En aquellas calzadas que requieran peraltes (5.01.202 (2)), la inclinación transversal de las pistas normalmente supera este mínimo, dependiendo del valor definitivo de los radios de curvatura (5.01.202 (5)). También puede quedar por debajo, en parte de los tramos donde se ejecutan las transiciones de dichos peraltes (5.01.205).

La inclinación transversal de las pistas deben ser coherentes entre sí y con las bandas longitudinales (ciclobandas o estacionamientos) que eventualmente se les adosan (5.02.203). En el caso de bombeo a dos aguas, se permite el quiebre de la calzada, que presentaría una diferencia absoluta de inclinación entre los paños igual al doble del bombeo utilizado.

**5.02.203 Las Bandas Longitudinales.** Existen dos tipos de bandas que pueden ser adosadas al exterior de las pistas (+-) 1: las bandas de estacionamiento y las ciclobandas. Estas deben cumplir con ciertos requisitos que se explicitan a continuación.

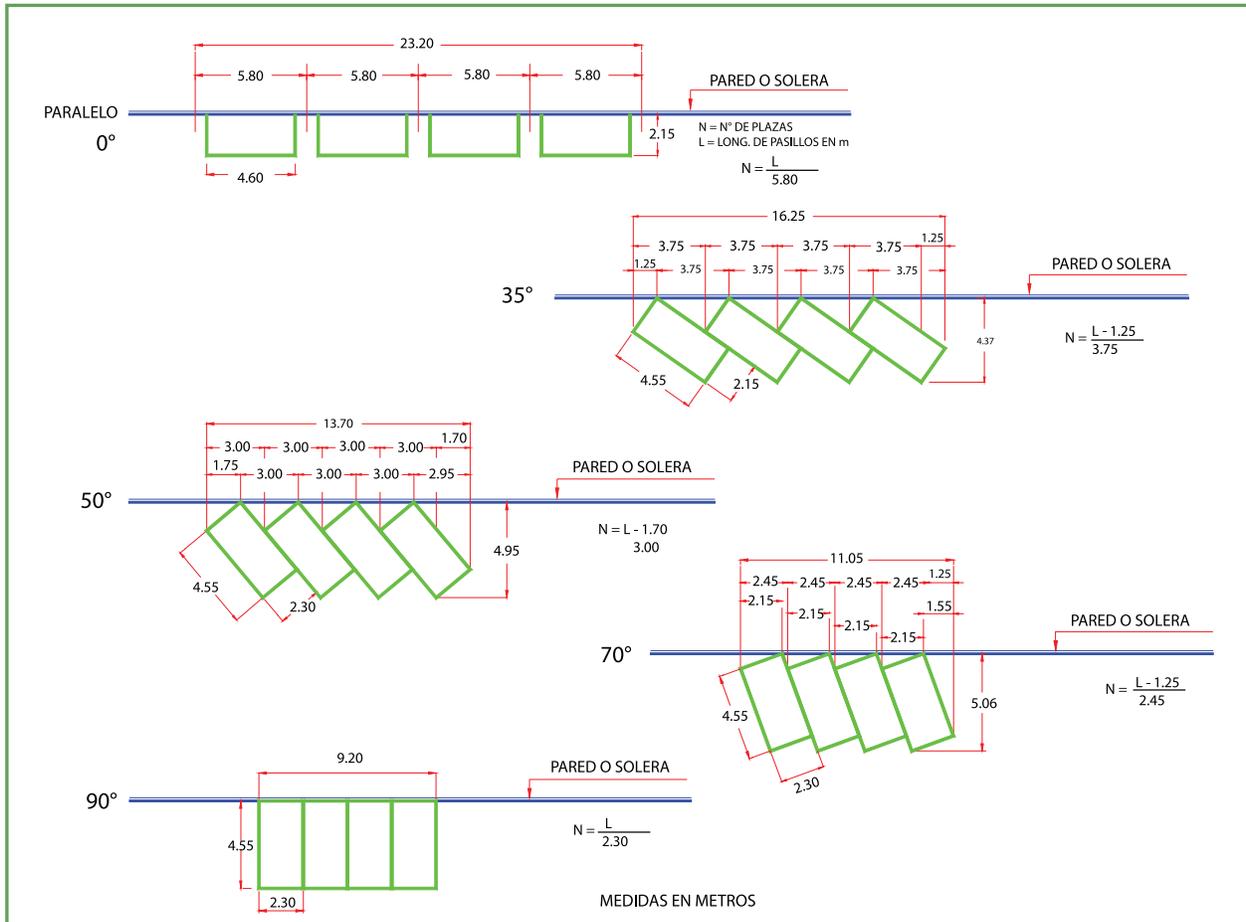
**(1) Las Bandas de Estacionamiento.** Estas son, como su nombre lo dice, dedicadas al estacionamiento de vehículos. Constituyen prolongaciones de la pista número 1 (+1 ó -1) y pueden ser adosadas a cualquier tipo de pista con la excepción de la Solobus (S). Se recuerda que no es deseable el estacionamiento en bandas en vías troncales e inaceptables en vías expresas. Las bandas de estacionamiento, en caso de proyectarse, es conveniente que sean ubicadas en secciones planas y rectas de la vía, y deben ser visibles a una buena distancia desde ambas direcciones.

Para determinar su ancho se debe tener en cuenta la situación del tránsito en la vía y la posición en la que se pretende permitir el estacionamiento. Lo primero porque este tipo de facilidad supone una restricción a la capacidad de la vía, la cual debe quedar justificada por un beneficio, al menos equivalente, que se desprende de la existencia de los mismos. Lo segundo porque el espacio transversal ocupado por los vehículos depende del ángulo que forman los vehículos con el borde de la calzada. Estos anchos se tabulan en 5.02.203 (1) A y las geometrías pertinentes se ilustran en la lámina del mismo número.

**TABLA 5.02.203 (1) A**  
**ANCHOS MINIMOS DE LA BANDA DE ESTACIONAMIENTO**

ANGULO (°)	0	35	50	70	90
ANCHO (m)	2,00*	5,00	5,50	5,50	5,00

\*Mínimo Absoluto



**Fig 5.02.203(1)A**  
**Estacionamientos según Posición de Vehículos**

La elección del tipo de estacionamiento depende principalmente de dos factores: espacio y forma deseada de operación; los ángulos mayores que cero pueden facilitar la operación de entrada, y eventualmente las de salida, sobre todo cuando están comprendidos entre 35° y 50°.

En todos los casos, salvo el del estacionamiento paralelo, se ha considerado un exceso de ancho mínimo con el fin de perturbar lo menos posible los flujos de la pista 1. Si es posible, se debe considerar un exceso mayor (0.5m adicionales). Cuando el estacionamiento es en

paralelo, no se puede evitar una maniobra que afecta dicha pista 1. El sobreebancho, en este caso, no pretende impedir esta perturbación, sino asegurar una huelga entre los autos estacionados y los de paso.

La inclinación transversal debe ser igual a la de la pista adyacente si se prevé su posible utilización como pista futura.

Si no es ese el caso, se permitirá efectuar quiebres en la arista separadora de la banda y la pista. Este quiebre no debe ser superior al 8%. En efecto, puede ser necesario reducir la pendiente transversal por razones altimétricas. Esto puede hacerse siempre que se garantice el drenaje mediante una línea de máxima pendiente con inclinación mayor que el 1,5% y respetando un mínimo de 0,5% de pendiente mínima hacia afuera.

También, en el caso de tener la calzada peralte vertiendo hacia el lado opuesto, y no estar previsto el uso de la banda como pista, prefíerese una inclinación del 0,5% mínima hacia afuera, preferiblemente del 1%.

Cuando no se prevea el uso de la banda como pista futura, puede elevarse la banda de estacionamiento en unos centímetros (5 a 10cm) mediante el uso de soleras.

**(2) Las Ciclobandas.** En aquellas calles donde se desee favorecer el uso de los biclos, puede crearse una banda lateral a las pistas 1 (+1 ó -1), elevada levemente con respecto a éstas (5 a 10cm), de un ancho mínimo de 2m. Estas bandas cuando la primera pista es solobus.

**5.02.204 Modificaciones al Ancho de Calzada.** Existen cinco situaciones normalizadas en las que una calzada modifica su ancho; a saber:

- Variación del número de pistas
- Aparición o desaparición de bandas de estacionamiento o ciclobandas
- Variación del ancho de las pistas en recta
- Generación de zonas de parada de buses
- Requerimientos especiales en curvas (sobreebanchos)

Las cuatro primeras suponen un cambio en la sección transversal tipo. La quinta, en cambio, se da por sobreentendida en dichas secciones, al expresar frecuentemente el ancho de las pistas como  $a + s$ , donde  $a$  es la dimensión en recta y  $s$  es el sobreebancho.

En todos los casos se requiere efectuar una transición del ancho de una forma normalizada, para que la uniformidad resultante dé lugar a una experiencia común a todos los usuarios, con el consiguiente beneficio operativo, y para contribuir a una apariencia urbana más ordenada.

El Eje de Replanteo

**(1) Variación del número de pistas.** Lo primero en este caso es fijar la longitud a lo largo de la cual se debe hacer la transición. Para ello, consúltese la tabla siguiente, en la cual  $L_T$  es dicha longitud, distinguiéndose tres casos: la necesaria para generar una pista, para hacerla desaparecer y la que se requiere para crear una zona de parada de buses.

**TABLA 5.02.204 (1) S**  
**LONGITUDES REQUERIDAS PARA MODIFICAR ANCHOS DE CALZADA (APARICION Y DESAPARICION DE 1 PISTA)**

$V$ (km/h)		30	40	50	60	70	80	90	100
$L_T$ (m)	Aumento	20	25	30	35	40	45	50	55
	Disminución	30	35	40	45	50	50	75	75
	Parada Buses	10	15	20	25	30	35	---	---

Luego, se debe aplicar una ley para ir modificando el ancho desde su valor  $E$  en el inicio, hasta el valor final  $E_T$  a la distancia  $L_T$  de dicho inicio (véase tabla anterior), pasando por anchos sucesivos  $e_n$  a distancias sucesivas  $I_n$ . Esta ley se tabula a continuación.

**TABLA 5.02.204 (1) B**  
**LEY DE TRANSICION DE ANCHOS**

$I_n / L_T$	$e_n / E_T$	$I_n / L_T$	$e_n / E_T$
0,05	0,0029	....	....
0,10	0,0127	0,55	0,5923
0,15	0,0321	0,60	0,6810
0,20	0,0629	0,65	0,7630
0,25	0,1073	0,70	0,8344
0,30	0,1656	0,75	0,8927
0,35	0,2370	0,80	0,9371
0,40	0,3190	0,85	0,9679
0,45	0,4077	0,90	0,9873
0,50	0,5000	0,95	0,9971
....	....	1,00	1,0000

Ejemplo: Se aumenta en uno el número de pistas en una vía en la que la Velocidad de diseño es 50 km/h. El ancho de la pista es 3,0m. Encontrar los anchos de calzada en la zona de generación de dicha pista.

$L_T = 30m$  (tabla 5.02.204 (1) A).  $E_T = 3,0m$ . La tabla 5.02.204 B permite encontrar valores de  $e_n$  para 20 puntos intermedios, distantes del origen del aumento distancias  $L_n = 0,05 L_T, 0,10 L_T \dots, 1,00 L_T$ ; o sea, cada 1,5 metros. Como esto es excesivo, se consideran diez puntos, a 3m cada uno. Entonces, a 3m del origen ( $I_n / L_T = 0,10$ ),  $e_n / E_T = 0,0127$ , de donde  $e_n = 0,0127 \times 3,0m = 0,0381m$ ; a 6m del origen ( $I_n / L_T = 0,20$ ),  $e_n / E_T = 0,0629$ , de donde  $e_n = 0,0629 \times 3,0m = 0,1887m$  y así sucesivamente. (Véase figura I de la lámina 5.02.204 A).

Zonas Vehiculares en Sección Normal

**(2) Aparición y Desaparición de Bandas de Estacionamiento.** Cuando se provee una banda de estacionamiento que pretende cumplir estrictamente esos fines, es preferible generarla e interrumpirla a una distancia de la esquina, según lo especificado en 5.02.3. Con ello se obtiene una serie de ventajas en las intersecciones, tanto para peatones como para vehículos.

En estos casos, debe considerarse una transición normalizada, consistente en la generación y desaparición abrupta de la banda en referencia, redondeando el ángulo que forman la solera correspondiente a la sección sin estacionamiento y la solera transversal, mediante un arco de circunferencia cuyo radio depende del ángulo de estacionamiento, como se tabula en 5.02.204 (2) A. Dicha solera transversal se remata directamente, sin redondeo, sobre la solera correspondiente a la sección ampliada. Véase figura II de la lámina 5.02.204 A.

**TABLA 5.02.204 (2) A**  
**RADIOS PARA REDONDEO DE SOLERAS EN ESTACIONAMIENTO Y LONGITUD DE TANGENTE**

$e$ (°)	0	35	50	70	90
$R$ (m)	1,00	3,00	2,00	1,50	1,00
$T$ (m)	1,00	0,95	0,93	1,05	1,00

**(3) Aparición y Desaparición de Ciclobandas.** Este fenómeno debe ocurrir en las intersecciones. Véase 6.02.112.

**(4) Variación del Ancho de la Pista en Recta.** Esta variación puede ocurrir cuando las circunstancias que ocasionaron anchos de pista menores que los mínimos recomendables cambian, posibilitando una sección tipo más holgada, o viceversa. Evidentemente, como ya se ha dicho, no se debe recurrir al expediente de modificaciones reiteradas de la sección tipo cuando dichas circunstancias sean cambiantes, sino más bien buscar compromisos entre todas las posibles y mantenerlas durante tramos de longitudes significativas (1 Km. al menos).

La forma de efectuar estas transiciones – cuando ellas sean procedentes – debe ser tal de minimizar la discontinuidad que ellas implican y que se traducen en un efecto visual. Ello se consigue prefiriendo efectuar las transiciones en las intersecciones, en el caso de ser posible mantener al menos uno de los bordes de cada pista sin variaciones. Esto ocurre cuando se desea ampliar sólo las pistas exteriores y existe espacio para ello a cada lado de la calzada. Véase figura III de la lámina 5.02.204 A.

El ensanche o disminución se ejecuta en 20m (mín. Abs. 10m), aplicando la ley de la tabla 5.02.204 (1) B a dichos bordes.

## El Eje de Replanteo

Si es preciso ampliar pistas interiores, o si uno de los lados de la calzada es fijo, el aumento de ancho se puede hacer de dos maneras, dependiendo si la ampliación exige o no afectar la planta del eje de replanteo.

Si se necesita afectarla (caso de no poder alterar un borde de calzada o de pista que no es eje de replanteo, por ejemplo), el sobreecho se genera a partir de dicha modificación del eje, que consistirá en una curva en "S" del mismo. Si no se utilizan clotoides para el trazado de dicha curva, la expresión que relaciona su desarrollo en función del valor del desplazamiento transversal deseado  $\Delta E$  y del radio  $R$  común a ambas curvas es:

$$L = \sqrt{\Delta E(4R - \Delta E)} \text{ (figura IV de la lámina citada).}$$

El valor de  $\Delta E$  corresponde al sobreecho de la parte de la calzada que queda entre el eje y el borde de la calzada o pista que queda fijo.  $L$  deberá tener al menos 10m y preferiblemente 20m, pero la limitación mayor es que habrá que verificar que el valor de  $R$  sea lo suficientemente amplio como para permitir el contraperalte (5.01.202 (4)). Una vez determinados  $L$  y  $R$  de acuerdo a las conveniencias del proyecto, las demás pistas se ensanchan a lo largo del mismo  $L$  en forma lineal. Si  $L$  resulta muy grande, puede aplicarse el criterio utilizado para la generación de islas refugios (véase 6.02.109).

Si se usan clotoides, lo cual no siempre es posible por el desarrollo mayor de la curva en "S", el ensanche de las pistas también se hace en forma lineal a lo largo de dicho desarrollo.

Si no es necesario alterar el eje de replanteo, se aplica directamente esta ley para las pistas adyacentes a él – o a las mitades de pista correspondientes si dicho eje dimidia una pista central – y las demás se amplían linealmente a lo largo de la distancia  $L_T$  que la velocidad de diseño del caso imponga. (Fig. V).

Por último, también se puede aprovechar de ampliar la calzada mediante el expediente de utilizar para ello alguna zona en la que se produzca un ensanche debido a la existencia de curvas circulares de radio inferior a 200m.

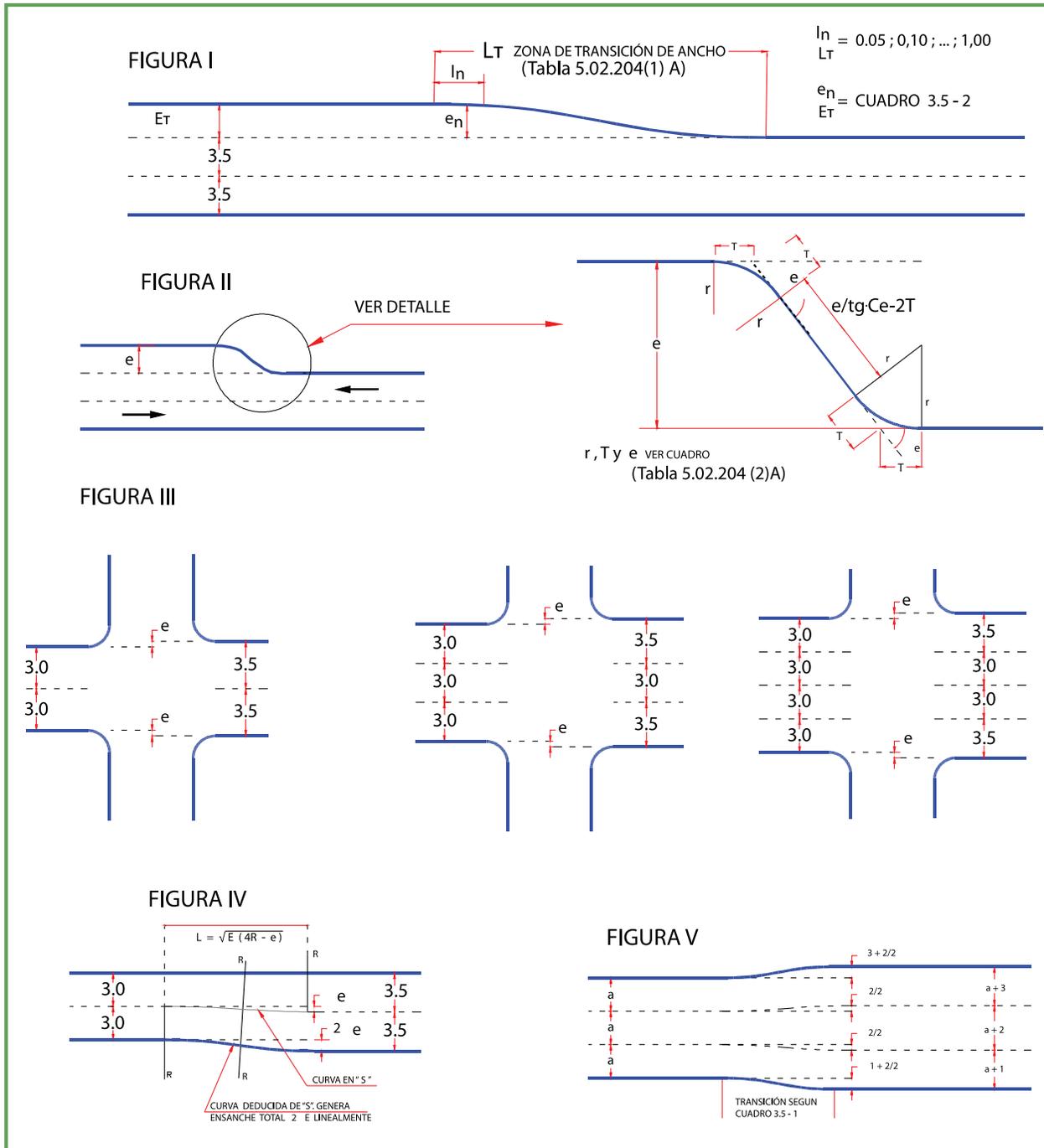


Fig. 5.02.204 A  
Modificaciones al Ancho de la Calzada

(acápito 6 del presente párrafo). En tal caso, lo que se hace es operar como si el problema fuese sólo el ensanche debido a la curva, pero partiendo de anchos en recta distintos a cada lado de dicha curva.

**(5) Generación de Zonas de Paradas de Buses.** Estas zonas, de un ancho mínimo de 2,5m y deseable de 3,0m, se generan aplicando también la ley de la tabla 5.02.204 (1) B, en la longitud

## El Eje de Replanteo

que corresponde según lo tabulado en 5.02.204 (1) A. Así diseñados, estos dispositivos pueden quedar a menos de 45m de las intersecciones, que es el mínimo permisible en el caso de paraderos sin ensanches, pero en ningún caso a menos de 20m. Por razones de seguridad las paradas de buses conviene ubicarlas después de los pasos cebra, evitando de esta manera que los vehículos detenidos en la pista se transformen en un obstáculo visual para los conductores que circulan por la (s) otra (s) pista (s), impidiendo percibir con anticipación a los peatones que cruzan.

Transversalmente, ellas no deben superar una inclinación del 2%. Se permite una arista, en la junta de estas zonas con la pista adyacente, con diferencia absoluta entre las pendientes de sus caras que no supere el 4%. Se debe procurar una línea de máxima pendiente con inclinación no inferior al 1,5%.

**(6) Sobreanchos en Curvas.** Los vehículos, al describir una curva, aumentan su gálibo horizontal. Este aumento depende inversamente del radio de curvatura y se le considera significativo para los efectos de su influencia en la operación de la calle, cuando es inferior a 200m. Con el fin de mantener los espacios laterales libres que normalmente existen en recta, entre vehículos o entre éstos y el borde de la calzada, es necesario ensanchar la calzada allí donde se dan tales curvaturas.

Esto supone resolver tres problemas: magnitud del sobreancho E, modo de resolver las transiciones de ancho y la forma de demarcar las líneas.

La magnitud total del sobreancho, cualquiera sea el número de pistas, no podrá exceder el máximo de 3,0m. Su valor, bajo ese límite, dependerá de la proporción de vehículos articulados.

$$3,0 \geq E = n \frac{40}{R} \quad \text{Si hay una proporción importante de vehículos articulados}$$

$$3,0 \geq E = n \frac{20}{R} \quad \text{Si sólo pasan vehículos rígidos}$$

$$3,0 \leq E = n \frac{30}{R} \quad \text{Si no se puede prever la proporción}$$

$n$  = número de pistas       $R$  = radio de curvatura

La transición desde el ancho normal al ancho final se debe hacer en una longitud que depende de  $V$  y que se tabula a continuación.

**TABLA 5.02.204 (6) A**  
**LONGITUDES MINIMAS PARA EFECTUAR EL DESARROLLO DEL SOBRECANCHO**

<i>V (km/h)</i>	30	40	50	60	70
<i>L<sub>r</sub> (m)</i>	20	25	30	35	40

Si el trazado no consulta clotoides, el sobrecancho deberá generarse y desaparecer en las alineaciones previas y posteriores a la curva en cuestión, en forma lineal, y debe ser ubicado al costado de la calzada que corresponde al interior de la curva.

Si se da el caso de dos alineaciones circulares separadas por una recta, con ambos radios de curvatura menores de 200m y en el mismo sentido, la transición del sobrecancho se realizará linealmente, utilizando la expresión:

$$e_n = \frac{E' - (E' - E'')l}{l}$$

- E'* = sobrecancho de la 1ª curva  
*E''* = sobrecancho de la 2ª curva  
*l* = longitud de la recta

Esto puede hacerse para *l* menor o del orden de 80m. Para longitudes mayores debe compararse las ventajas de la simplicidad que este método supone con el mayor costo del pavimento.

Si el trazado consulta clotoides, el sobrecancho deberá generarse y desaparecer a lo largo de éstas en forma lineal, manteniéndose en la curva circular con su valor calculado. Si la clotoide tiene un desarrollo mayor que los mínimos de la tabla anterior, es preferible utilizar toda su longitud para la transición de anchos. En este caso, el sobrecancho puede repartirse en ambos lados de la curva, lo cual es preferible.

### 5.02.205 Inclinación Transversal de las Calzadas

**(1) Bombeos.** En alineaciones rectas, o en aquellas cuyo radio de curvatura permite el contraperalte, según los límites fijados en 5.01.202 (4), las calzadas deberán tener una inclinación transversal mínima, llamada bombeo, que dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. Esto tiene por objetivo evacuar las aguas superficiales que caigan sobre ellas. Los valores se tabulan a continuación.

**TABLA 5.02.205 A**  
**BOMBEO DE LA CALZADA**

TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL SI:	
	PRECIP. < 500 mm / año	PRECIP. > 500 mm / año
PAVIMENTO SUPERIOR	2,0	2,5
OTRO TIPO DE PAVIMENTO	2,5 <sup>(1)</sup>	2,5 – 3,0 <sup>(2)</sup>

(1) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta el valor límite de 2%.

(2) El proyectista deberá afinar su elección, dentro de este rango, atendiendo a matices como la rugosidad de las superficies, la pluviometría y las consideraciones relativas al contraperalte.

El bombeo se puede dar de varias maneras, dependiendo del tipo de calzada(s) y de las conveniencias específicas del proyecto en una zona dada. Véase lámina 5.02.205 A.

Si la calzada es única, bidireccional o unidireccional, se puede dar de dos maneras. La más frecuente, debido a que resuelve mejor el problema de las aguas y a que generalmente ocasiona menos problemas altimétricos, es aquella llamada “doble” o “a dos aguas”. Esto es, la que contempla el punto alto en le centro de la calzada y una sección transversal con inclinaciones simétricamente descendentes a partir de allí, con los valores de la tabla anterior. Véase figura I de la lámina 5.02.205 A.

Sin embargo, puede convenir el uso de bombeo “único” o “a una agua”, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Se genera así una inclinación transversal única que debe respetar los valores de la tabla 5.02.205 A (véase figura II de la misma lámina).

Por otra parte, esta forma de plantear el bombeo puede ser muy útil cuando se trata de rectas de poca longitud entre curvas del mismo sentido que llevan peralte. En tal caso, se permiten que la inclinación transversal en dichas rectas pueda llegar a ser superior a los valores de la tabla en cuestión: hasta un 3,5%.

Por último, si se trata de un diseño en el que se prevé una ampliación posterior, consistente en una segunda calzada independiente de la primera, puede ser necesario planificar desde el inicio una sección como la reflejada en la figura II de la lámina aludida, para la calzada original.

Si se tratara de calzadas separadas, cada una de ellas puede ser tratada con bombeo doble o único, lo cual quedará determinado por las características del proyecto. En general, es preferible el esquema que aparece en la figura III, puesto que él minimiza el problema de drenaje de la zona central.

En las figuras IV y V se muestran dos secciones en las que la inclinación transversal mínima  $b$  está dada en el mismo sentido. Este esquema puede ser utilizado cuando existen tramos rectos relativamente breves entre curvas con igual sentido. También se da esta configuración como peralte mínimo cuando la curvatura es amplia, pero no lo suficiente como para contraperaltar, caso que queda asimilado en la figura III.

La diferencia entre las figuras IV y V es que en la primera los ejes de giro corresponden a los centros de cada calzada y en la segunda a los bordes interiores de las mismas. El último esquema favorece la solución alimétrica de la zona central, lo cual llega a ser importante si se trata de un bandejón mínimo. Sin embargo, las variaciones de cota en los bordes exteriores son menores en el primer caso. Todo esto suponiendo que los ejes longitudinales de ambos ejes de giro son aliméricamente idénticos.

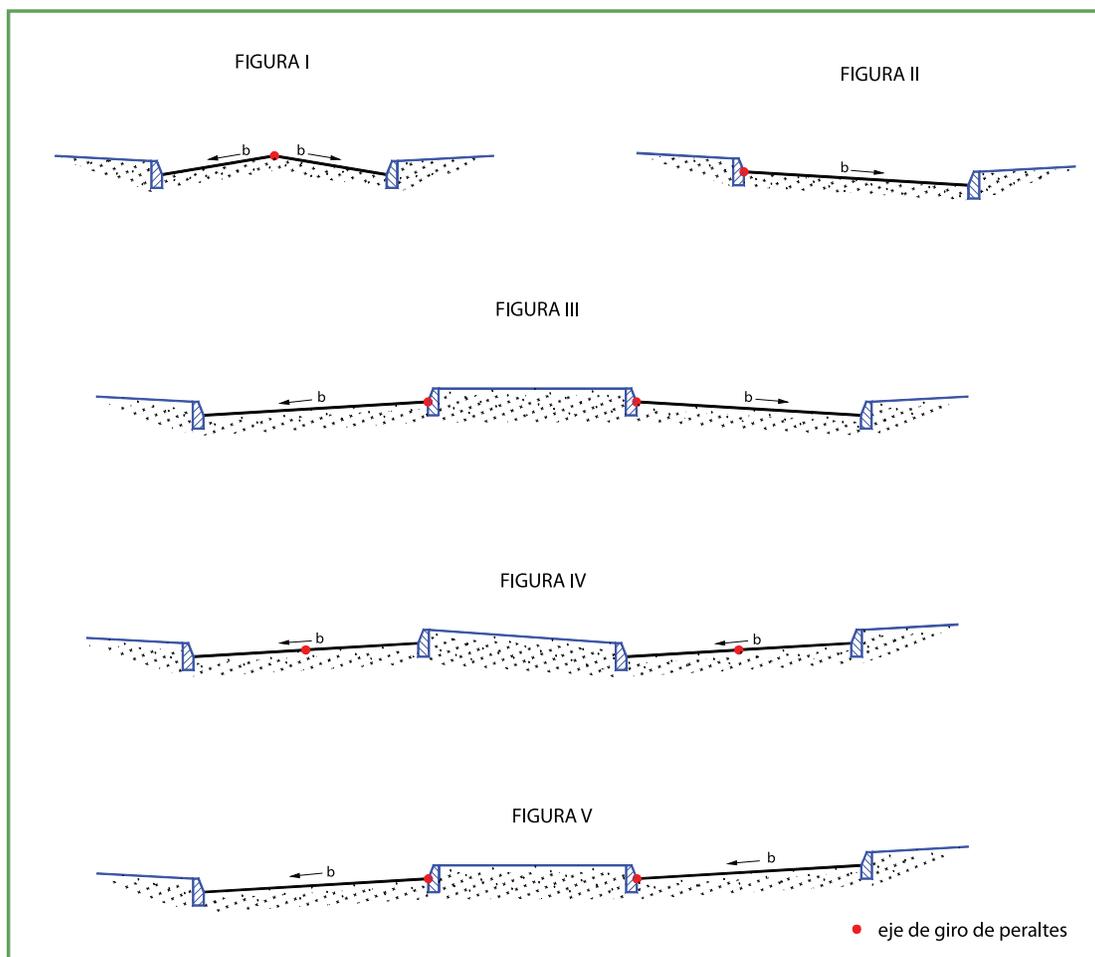


Fig. 5.02.205 A  
Bombeos

Cuando existen bandas longitudinales, éstas deben ser preferentemente solidarias con las pistas correspondientes. Caso especial pueden llegar a ser las bandas de estacionamiento, según lo dicho en 5.02.203 (1).

Por otro lado, la pendiente transversal mínima deseable para ciclovías urbanas en recta es del 2%.

**(2) Peraltes.** La inclinación de las pistas en curvas (peraltes) ha sido tratada en el párrafo 5.01.202 y las transiciones de los mismos en 5.01.205, donde deben ser consultados.

Estos valores sufren excepción en el caso de las bandas de estacionamiento que no estén previstas como pistas futuras (véase 5.02.203) y en el caso de las zonas de parada de buses (véase 5.02.204 (5)).

### 5.02.3 ESTACIONAMIENTOS SEGREGADOS

**5.02.301 Aspectos Generales.** Se denomina así a aquellas áreas destinadas a estacionamiento que quedan incluidas en la plataforma vial, pero separadas de las calzadas mediante bandejes o paseos. Estos dispositivos pueden producirse en forma aislada, constituyendo en tal caso secciones tipo especiales dentro de un proyecto, o en forma regular.

La provisión de tales espacios es posible a ambos lados de una calzada unidireccional, salvo en el caso de existir pistas solobus, que no deben ser cruzadas por los vehículos en forma sistemática.

Esto es, por otra parte, la única manera aceptable de conferir espacio de estacionamiento a vías troncales, en las que no son permitidas las bandas destinadas a esos fines, en las calzadas (5.02.203 (1)).

Las ventajas de este tipo de esquema son una mayor capacidad de estacionamiento y una operación de entrada y salida más limpia, que perturba el mínimo al flujo de la calzada en los puntos de interconexión.

Las desventajas de estas zonas son el mayor espacio que ocupan, al ser necesario un corredor interno para maniobras, y el aspecto antiestético que ofrece la aglomeración de vehículos. Este último factor negativo puede ser resuelto mediante plantaciones.

Las pendientes transversales y longitudinales deben ser lo menores posibles, asegurando eso sí la correcta evacuación de las aguas: la línea de máxima pendiente debe presentar en todo momento una inclinación al menos igual al 1,5%.

La disposición de las dársenas debe ser elegida de tal manera que los vehículos queden apoyados en las soleras, para evitar que un desenganche ocasione accidentes.

**5.02.302 Dimensiones.** Las dimensiones longitudinales de estas bandas dependen de las características específicas de cada proyecto y quedan supeditadas a la distancia entre calles transversales en la red, puesto que los ingresos y salidas a estas áreas segregadas deben

cumplir con ciertas normas que velan por la seguridad peatonal y por el buen funcionamiento de las intersecciones (véase párrafo siguiente).

Las dimensiones transversales dependen de la configuración interna del espacio, o sea, del ángulo de estacionamiento ( $\alpha$  e), de la existencia de dársenas a uno o dos lados del pasillo de circulación interna y del ancho y número de dichos pasillos.

El espacio transversal ocupado por las dársenas, en función del ángulo de estacionamiento ( $\alpha$  e) puede ser consultado en la lámina 5.02.203 (1) A.

El ancho del pasillo (un sólo sentido de tránsito) depende también de dicho ángulo. Los valores que aparecen en la tabla 5.02.302 A permiten una maniobra única en el caso más desfavorable, cual es el tener que ocupar una dársena entre dos coches estacionados en ángulo. En el caso del estacionamiento en paralelo se considera una maniobra tipo.

**TABLA 5.02.302 A**  
**ANCHOS DE PASILLOS EN ESTACIONAMIENTOS**

$e(^{\circ})$	0	35	50	70	90
$a_p (m)$	3,4	3,6	4,4	5,8	7,3

Entonces, la sección transversal de un estacionamiento segregado se puede determinar mediante la suma de los anchos de las zonas que contemple.

**5.02.303 Accesos.** Para no traicionar uno de los propósitos fundamentales de los estacionamientos segregados, como es el de perturbar lo mínimo posible al tránsito de paso, es necesario que los accesos a ellos permitan una maniobra de deceleración semejante a la que se considera en ramales de interconexiones y enlaces, cuando la velocidad de diseño de la vía es mayor o igual a 50 Km/h, o una maniobra de giro tipificada (a 30 o 50 Km/h) si ello es pertinente y más adecuado (6.02.105). También son factibles los esquemas de la Sección 4.04.

Las salidas en cambio, no requieren pistas de aceleración, salvo cuando ellas se ejecuten directamente sobre calzadas principales de autopistas, o sobre calzadas de autovías en las que el punto hipotético de ingreso (si no existiese pista de aceleración) se produce en un tramo en el que los semáforos más cercanos están a 800 y 600 metros antes y después de dicho punto, respectivamente. En tal caso, las pistas en cuestión deben diseñarse según los criterios contenidos en 6.02.106 (2).

Los accesos a un estacionamiento segregado presentan generalmente características geométricas distintas a las de los ramales de salida en intersecciones y enlaces, puesto que la alineación de llegada suele ser paralela a la pista que se deja, lo cual obliga a una maniobra en

“S”. Además, la velocidad de llegada al pasillo interno propiamente tal es muy baja, y nula si existen dispositivos de control de entrada (ticket) o flujos peatonales.

Las dimensiones involucradas en los distintos elementos que constituyen los dispositivos de salida, ya sean el llamado genéricamente “pista de deceleración”, con sus largos de la “cuña”, de la “zona de deceleración”, y de la “zona de espera” (si se prevén colas al ingreso), o el diseño para giro tipificado, con sus transiciones, radios y retranqueos, serán las mismas que aparecen en 6.02.105 y 106. Se reitera la validez de los esquemas de 4.04.

Ahora bien, las geometrías de estos elementos de acceso deberán adaptarse, en sus extremos próximos al estacionamiento en sí, a la geometría de éste.

#### 5.02.4 BANDEJONES Y MEDIANAS

**5.02.401 Aspectos Generales.** Los bandejones y medianas son dispositivos geoméricamente similares pero que cumplen funciones cualitativamente distintas, por lo que conviene diferenciarlos nominalmente.

En efecto, ambos dispositivos son islas continuas, realizadas altiméricamente mediante soleras, de un ancho por lo general constante, que sirven también como refugios peatonales; pero los bandejones son aquellos que separan flujos del mismo sentido y las medianas aquellos que aíslan flujos de sentidos opuestos que circulan por calzadas de similar categoría.

Ambos pueden plantearse como reservas de espacio para ampliaciones futuras de pistas, pero sólo sobre los bandejones puede permitirse eventualmente el estacionamiento, cuando la categoría de la vía y el tipo de servicio que presta lo permite.

Ambos pueden ser interrumpidos mediante aberturas, pero existen condicionamientos mucho mayores para aceptar dichas aberturas en las medianas, puesto que a través de éstas se posibilitan giros a la izquierda y en “U”, los cuales provocan más conflictos que los casos posibles en los bandejones (giros a la derecha). Si el bandejón separa una calzada unidireccional de una vía de servicio bidireccional, el bandejón está afecto a los requerimientos par medianas.

Ambas generan, cuando su ancho es mayor que 5m, una zona entre calzadas que puede ser utilizada como almacenamiento para los vehículos que giran desde la primera y que deben esperar antes de cruzar la segunda. Asimismo, ambas permiten la creación de pistas de deceleración y espera, a costa de su ancho normal. Pero en el caso de los bandejones, estas maniobras pueden tener la alternativa de conectar las calzadas de igual sentido que están separadas por ellos, con lo que el giro a la izquierda podría producirse desde la calle lateral. Esta maniobra es mejor mientras mayor sea el ancho del bandejón y su consiguiente capacidad de almacenamiento para los vehículos que han de efectuar dicho viraje.

Por último, las medianas prestan un servicio cualitativamente más amplio que los bandejones, al separar flujos opuestos y disminuir los efectos derivados de tal situación: encandilamientos, temores y riesgos.

**5.02.402 Ancho de Bandejes y Medianas.** El ancho de estos elementos depende de las disponibilidades de espacio y de las funciones que ellos cumplan.

El ancho mínimo recomendable es de 2 metros, medida que corresponde al mínimo necesario para que ellos cumplan con la función de una isla-refugio para peatones.

Sin embargo, en algunos casos puede ser aceptable un ancho menor en la sección tipo normal: cuando sea posible ensancharla hasta esos 2m en la zona donde dicha función sea necesaria, lo que ocurre generalmente en las intersecciones, el ancho mínimo absoluto podrá ser de 1m.

Si se planifica el aprovechamiento de estos dispositivos para insertar en ellos eventuales pistas de giro, el ancho mínimo absoluto sube a 5m, siendo deseables 6m (véase figura I de lámina 5.02.402 A). Dimensiones mínimas de 6,0 y 7,5m, absolutas y deseables respectivamente, son válidas para bandejes en el caso de preverse su aprovechamiento para producir ensanches destinados a paraderos de buses.

En el caso que las medianas o bandejes contemplen ciclovías su ancho recomendable es de 3 m o más.

Bandejes y medianas de 6m de ancho también ofrecen una capacidad mínima de almacenamiento en sus aberturas. Cuando los virajes sean escasos ellos pueden reemplazar a una pista de giro y espera (véase figura II de la misma lámina). Es razonable considerar como un giro "escaso" aquel cifrado en 50 veh/hora por cada 4m de ancho de la abertura correspondiente del dispositivo, considerando sólo la parte de la misma que atiende al sentido de marcha de los vehículos que giran. Si se pretende reservar espacio para ampliaciones futuras de la calzada, deberá estudiarse el esquema final de funcionamiento de la vía, y de allí surgirá el perfil tipo inicial. La figura III de la lámina recién citada muestra una sección tipo que una vez ampliada deja una mediana de 6m.

Se recalca que la sección tipo de medianas y bandejes puede ampliarse en la proximidad de las intersecciones, como una manera de reducir las expropiaciones en los demás tramos, donde estos dispositivos no cumplan funciones específicas. Esto es particularmente válido cuando se requiere espacios de almacenamiento amplios para virajes, los cuales incrementan considerablemente la capacidad de las intersecciones con movimientos de giro importantes, especialmente cuando ellos son a la izquierda (véase lámina 3.01.3 A, figura IV).

En la tabla que sigue se resumen los valores explicados en el texto, agregándose otros casos excepcionales que se ilustran en la lámina 5.02.402 B.

**TABLA 5.02.402 A**  
**ANCHOS MINIMOS DE BANDEJONES Y MEDIANAS**

ANCHO EN METROS SI SE DESTINA EL ESPACIO A:									
DISPOSITIVO	TIPO DE MINIMO	REFUGIO PEATONAL	PISTAS DE GIRO	PISTAS GIRO CANALIZADAS	PARADA BUSES	RESERVA n PISTAS (1)	ZONA DE ALMAC (2)	SOLO SEPARACION	PANTALLA ENCAND.
BANDEJONES	ABS	2,0	5,0	5,5	6,0	+ na	6,0	1,0	2,0-3,0
	DES	2,0	6,0	7,5	7,5	+ na	S.C	> 1	6,0
MEDIANAS	ABS	2,0	5,0	6,5	---	+ na	6,0	1,0	2,0-3,0
	DES	2,0	6,0	7,5	---	+ na	S.C	> 1	6,0

(1) a ancho de pista. No se agrega al ancho de la configuración básica.

(2) S.C según capacidad deseada.

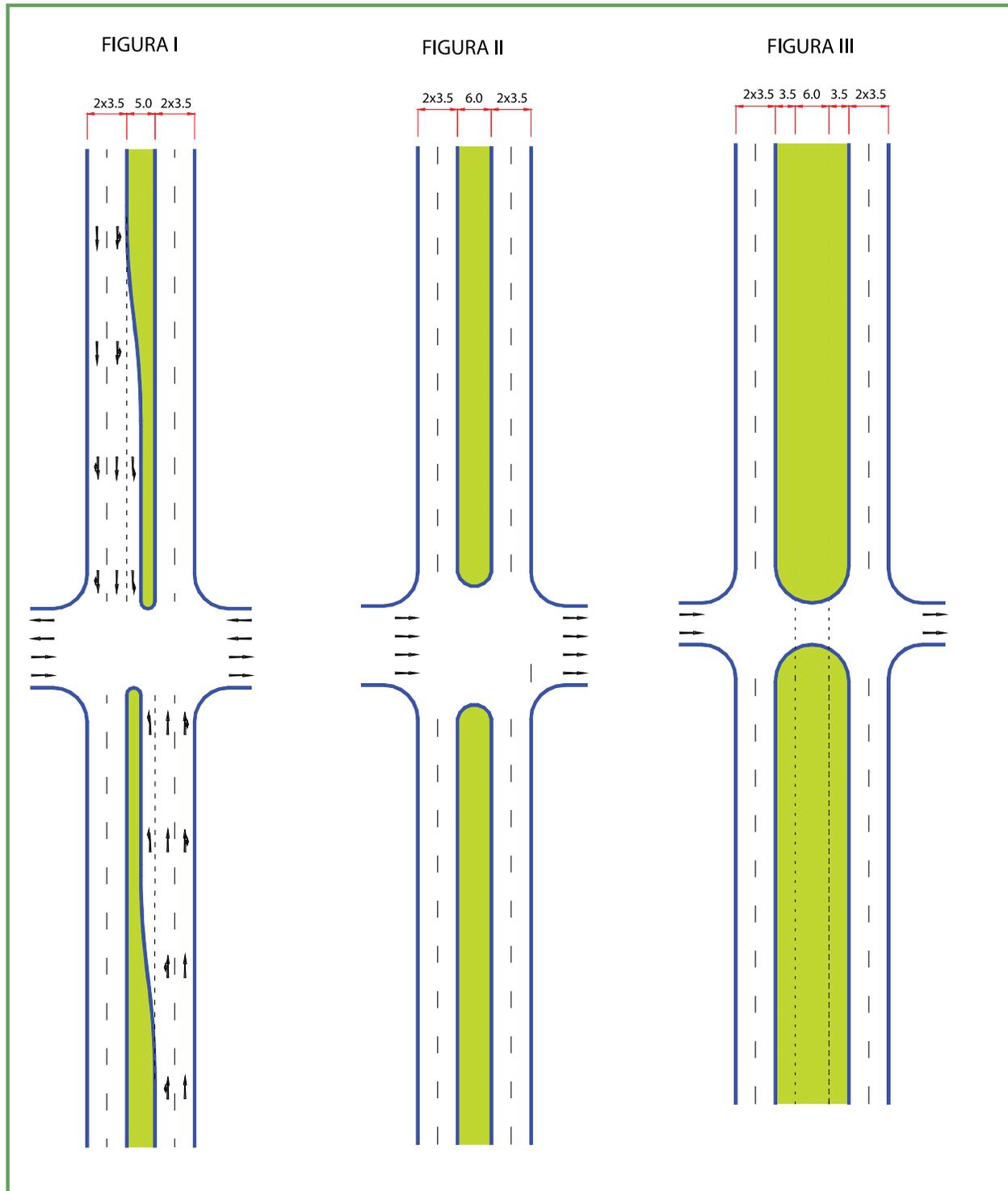


Fig. 5.02.402 A  
Medianas Típicas

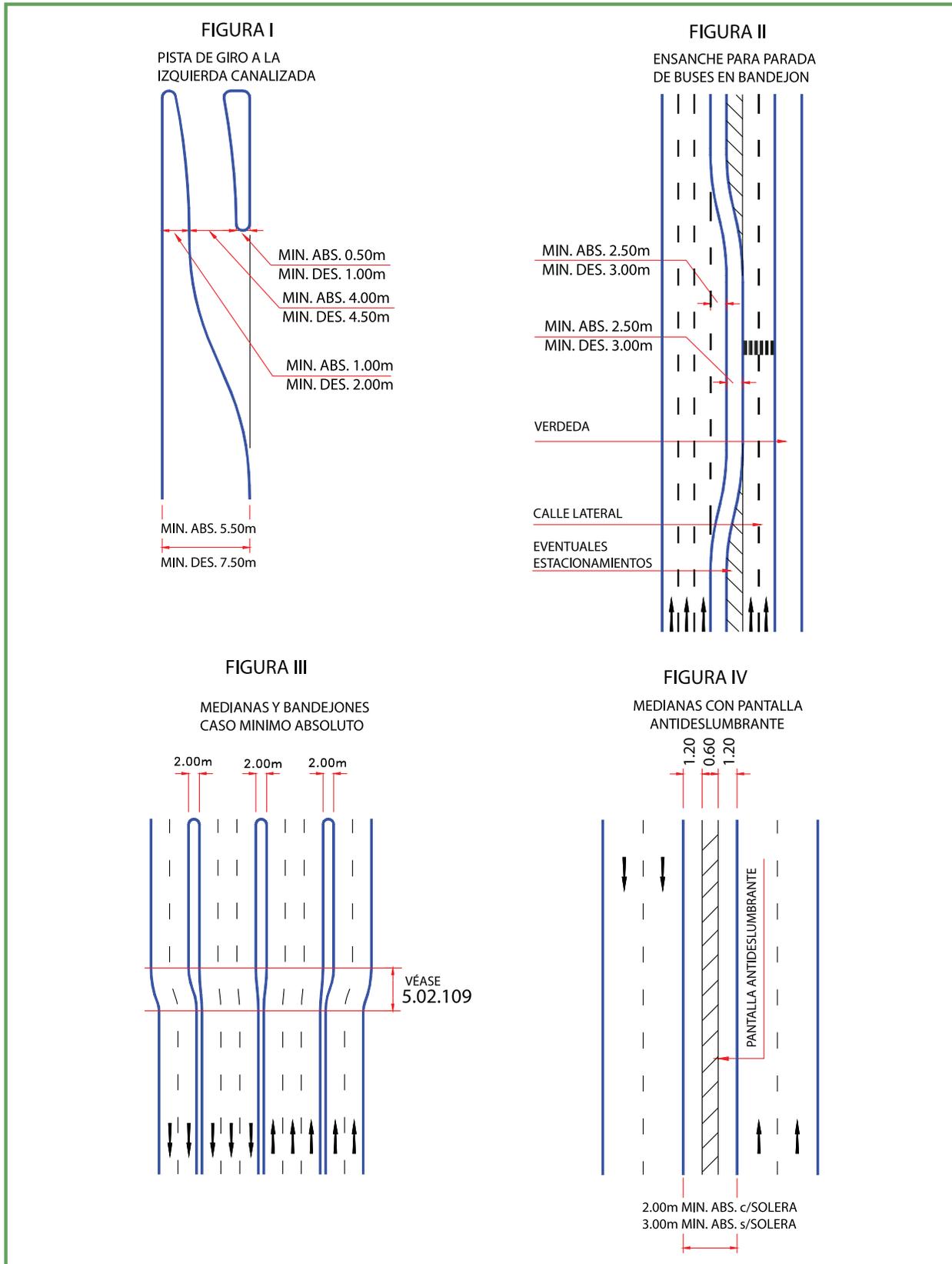


Fig. 5.05.402 B  
Singularidades en Medianas y Bandejes

Zonas Vehiculares en Sección Normal

**5.02.403 Pendiente Transversal de Bandejes y Medianas.** Se acepta que estos dispositivos presenten pendientes transversales de hasta un 10%, si el efecto estético de dicho máximo puede ser resuelto en forma satisfactoria.

La razón principal de dicho guarismo es que en él se puede encontrar la forma de resolver o aminorar los problemas de altimetría que suelen producirse cuando las calzadas son anchas y el bombeo determina desniveles significativos, sobre todo si éste se ejecuta a un agua (bombeo único). Esto es aún más así cuando existen peraltes y/o cuando la vía queda definida por más de un eje de replanteo.

La existencia de reducciones o aberturas de medianas y bandejes plantea una restricción a la solución altimétrica de las secciones transversales. En efecto, es muy preferible que en ellas se mantengan las inclinaciones de la pista adyacente, y cuando tal cosa no es posible, la diferencia absoluta de pendientes transversales, entre dicha pista y la superficie que proviene del angostamiento del bandejón o de la mediana, que se verifica en la(s) arista(s) correspondiente(s), no debe superar el 6%.

En la lámina 5.02.403 A se muestran dos calzadas con medianas que albergan pistas de giro central, la primera en recta (bombeo doble) y la otra en curva (peralte). En el primer caso (figura I) se indica la solución más obvia para resolver las pendientes transversales, existiendo la alternativa  $\overline{B-B'}$ , que consulta una arista en la línea que separe la pista -N3 de la de deceleración y espera.

En el segundo caso, se muestran dos soluciones posibles (figuras II y III). En la primera se tiene que la mediana lleva la misma pendiente transversal de las calzadas. En la segunda, en cambio, al mantenerse a igual cota los bordes interiores de las calzadas en la zona de mediana normal, la reducción de esta última y la prolongación de la calzada por ese lado, con su pendiente  $p$ , va inclinando la superficie de la primera hasta un valor  $p_m$  fijo para la zona de ancho reducido.

En el segundo caso (fig. III), se debe verificar que  $|p - p_m| < 6\%$  y que  $p_m < 10\%$ .

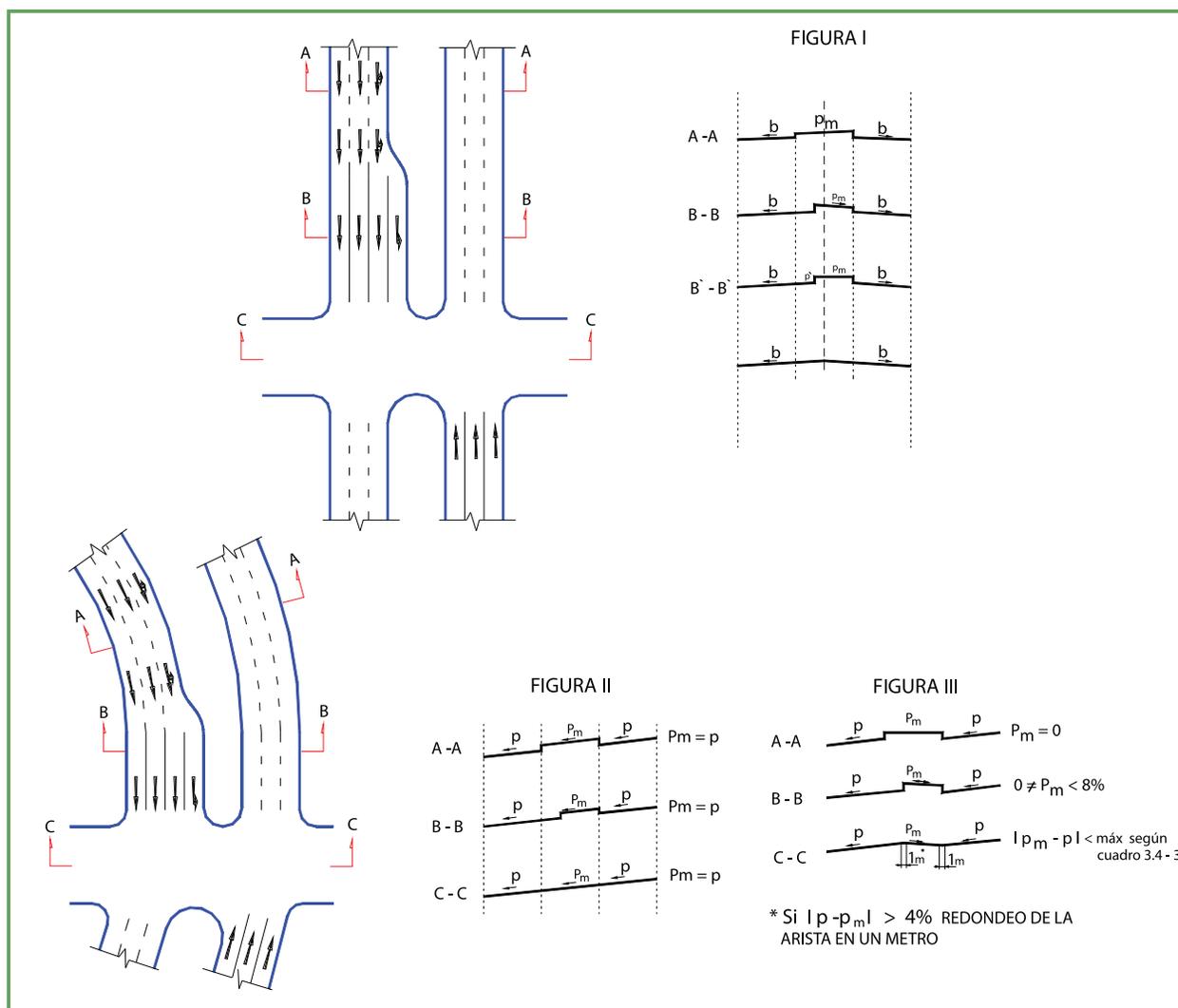


Fig. 5.02.403 A  
Pendientes Transversales en Bandejes y Medianas

### 5.02.5 BERMAS Y SOBRECANCHO DE COMPACTACION (VIAS EXPRESAS)

**5.02.501 Aspectos Generales.** En calles expresas – autopistas o autovías – es muy conveniente diseñar bermas, que son franjas que flanquean el pavimento de las calzadas. En ciudades, éstas deben ser pavimentadas o tratadas superficialmente.

La importancia de las bermas proviene de su decisiva y positiva influencia en aspectos del mantenimiento y de la operación de la vía. Esta influencia es máxima cuando ellas son pavimentadas o revestidas.

En efecto, la berma ofrece una protección al pavimento y a sus capas inferiores, al evitar que el agua y las ocasionales paradas de las ruedas vayan erosionando y socavando el material que confina la calzada, desestabilizando por último la superficie de rodadura.

Además, desde el punto de vista operacional, ellas brindan un espacio lateral libre que aumenta la capacidad de la vía, al actuar psicológicamente sobre los conductores. Dicho espacio favorece también las maniobras de emergencia y, por último, pueden ser utilizadas para eventuales detenciones.

Las bermas en vías que consultan calzadas separadas – son de dos tipos con respecto a su ubicación relativa dentro de la sección transversal: interiores y exteriores a cada calzada. Las interiores pueden ser de un ancho inferior a las exteriores, pero ambas deben mantenerse de un ancho constante a lo largo de toda la validez de la sección tipo. En caso de un cambio de dicha sección, que implique una reducción en el ancho de la berma, la transición se hará en una longitud igual o superior a 30 metros, siguiendo la misma ley utilizada para las calzadas (tabla 5.02.204 (1) A).

Las bermas no deben tener ningún tipo de obstáculo y sus revestimientos deben ser dispuestos sobre bases o sub-bases compactadas homogéneamente en toda su sección.

Para permitir esto último se prevén los sobreanchos de compactación (S.A.C.), que corresponden a un exceso transversal de la plataforma a cada lado de las bermas exteriores.

Este sobreancho desaparece en secciones confinadas entre muros y sobre estructuras. El uso de solera, que debe ubicarse en el borde exterior de la berma – allí donde esta última exista y dicha solera se justifique – no cambia los requerimientos del S.A.C., el cual cumple en tal caso una función de soporte lateral a la misma. En ese caso, el S.A.C. queda elevado. Es conveniente que el S.A.C. sea cubierto con césped, para minimizar la erosión del agua.

Además, el S.A.C. ofrece un espacio para barreras, señalización e iluminación.

**5.02.502 Anchos de Bermas y S.A.C.** A continuación se tabulan los anchos de bermas y S.A.C. que se recomiendan para las distintas categorías:

**TABLA 5.02.502 A**  
**ANCHOS DE BERMA Y S.A.C.: MINIMOS ABSOLUTOS Y/O RECOMENDABLES**

CATEGORIA	BERMA EXT (m)	BERMA INT (m)	S.A.C. (m)
AUTOPISTAS	2,0 – 2,5	0,6 – 1,0	0,5 <sup>(2)</sup>
AUTOVIAS	1,5 – 2,5	0,0 – 1,0 <sub>(1)</sub>	

(1) Ancho nulo cuando hay solera en el borde interior (bandejón o paseo).

(2) Puede no haber S.A.C. sobre estructura de paso o contención.

**5.02.503 Pendientes Transversales de Bermas y S.A.C.** Las bermas llevan una pendiente transversal que depende de la de las calzadas de las que se derivan, siendo el mínimo un 4% cuando ello es posible.

## El Eje de Replanteo

En la lámina 5.02.503 A se muestra esquemáticamente las pendientes transversales de las bermas. En la figura I aparece una sección con bombeo a dos aguas. La berma vierte hacia afuera con una pendiente  $p'$  del 4%.

En la figura II aparece una sección peraltada, pero con un valor de  $p$  no superior al 4%. En tal caso, ambas bermas también vierten hacia el exterior con una pendiente  $p'$  igual al 4%.

Se observa que en la calzada que vierte hacia el exterior de la plataforma, se forma una arista entre ella y la berma, con diferencia de pendientes que iría desde 4% si  $p = 0\%$ , hasta el 0% (no hay arista) en el caso límite de  $p = 4\%$ .

En la otra calzada, que vierte hacia la mediana, la arista que se forma parte con una diferencia de 4% si  $p = 0\%$  y llega hasta el 8% si  $p = 4\%$ .

Este valor del 8% es el máximo permisible, lo cual condiciona el valor de la inclinación transversal de la berma de la calzada que vierte hacia la mediana, cuando  $p$  es mayor que el 4%. En efecto (véase figura III de la misma lámina), para tales inclinaciones transversales, la pendiente  $p'$  de la berma es tal que  $|p| + |p'| = 8\%$ , o sea, la arista se mantiene con una diferencia de pendiente constante del 8%. La otra berma, en cambio, acompaña a la calzada, generando una plataforma única con pendiente transversal igual a  $p$ .

La berma interior siempre acompañará a la de la pista próxima a ella. Si existen problemas insolubles de altimetría, podrá generarse una arista, entre una de las bermas interiores y su pista adyacente, con diferencia de pendientes transversales no superiores al 6%. Además, en tal caso extraordinario, la berma interior elegida para generar dicha arista deberá ser de la de la calzada que vierte hacia el exterior de la plataforma.

Este caso se aprecia en la figura IV. Se hace notar que  $p''$  puede verter hacia afuera o hacia adentro, según la solución particular que adopte el proyectista para resolver el problema específico que desee resolver.

El S.A.C. siempre acompaña a la berma exterior.

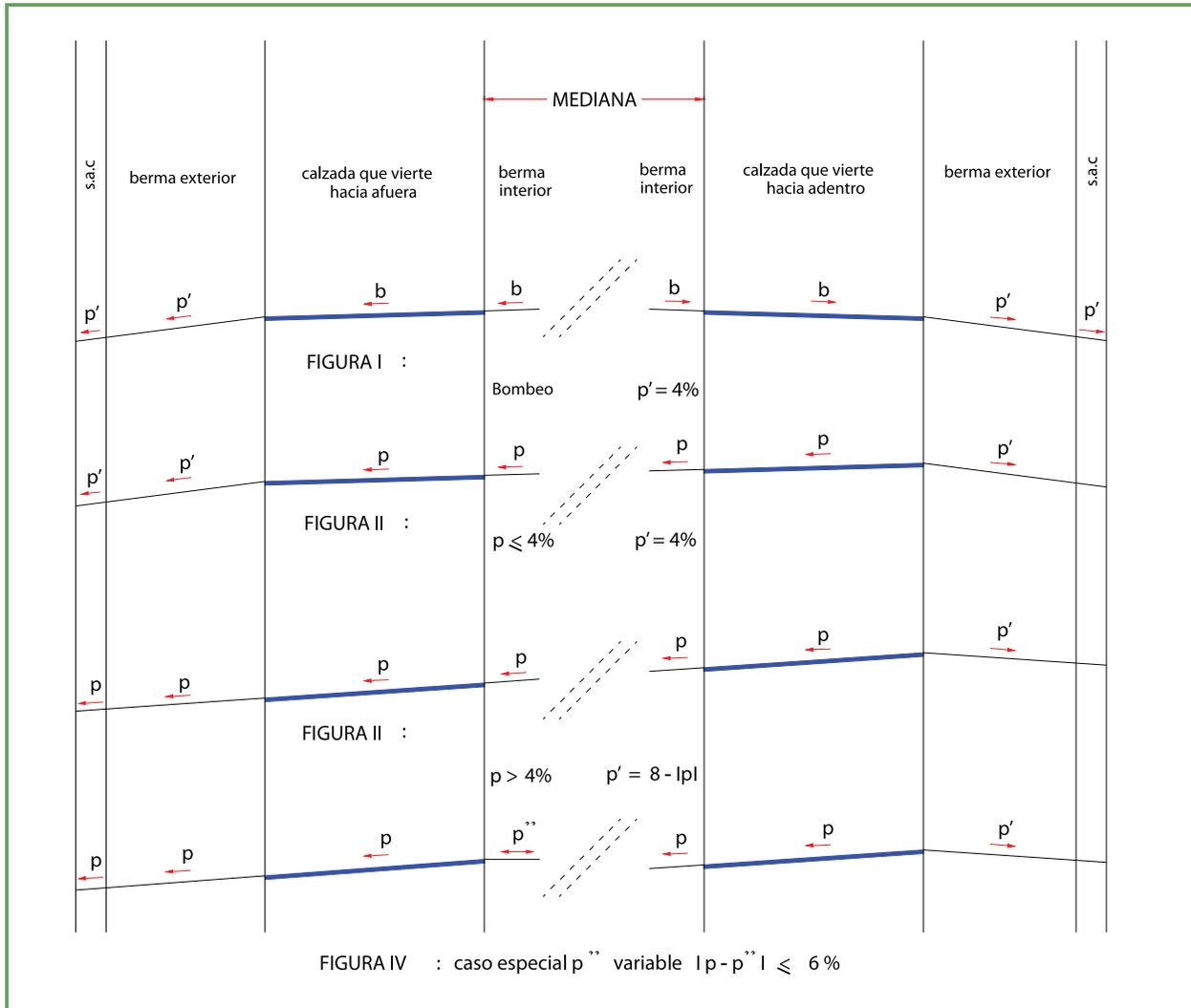


Fig. 5.02.503 A  
Inclinación Transversal de Bermas y S.A.C.

### 5.02.6 LAS SOLERAS

**5.02.601 Aspectos Generales.** Las soleras cumplen varias funciones en el trazado de una calle. Delimitan la calzada, dificultando la invasión de las zonas peatonales y contribuyendo, combinadamente con la demarcación, a la detección de dichas zonas por parte de los conductores. Si existen bermas, las soleras se colocan sólo si ellas cumplen tal función delimitadora u otras de drenaje. En ambos casos, se colocarán en los bordes de las bermas más alejados de la calzada. Esto quiere decir que si no existe una zona peatonal a continuación de la berma – lo que puede ocurrir si allí existe un muro, un terraplén o una estructura sin pasillo – no debe utilizarse solera, salvo en el caso que ella opere como elemento de recolección de aguas (terraplenes altos) o que se le haya preferido como complemento a la demarcación y no se desee interrumpirla.

El caso previsto de terraplenes altos, por lo general infrecuentes en diseños urbanos, salvo en autopistas o autovías muy singulares, responde a la necesidad de evitar que las aguas acumuladas sobre la calzada se derramen sobre los taludes y produzcan erosiones importantes al adquirir velocidad. Esto es particularmente válido cuando la calzada vierte hacia dicho terraplén. Entonces se recomienda utilizar soleras y disponer bajantes desde ellas, a distancias calculadas hidráulicamente para que no se produzcan desbordes. Las plantaciones en los taludes cumplen con una función similar y además contribuyen a mejorar la estética de la vía.

### **5.02.602 Tipos de Solera**

#### **5.02.602(1) Soleras normales: Tipo A, B y C**

##### **a) Tipo A**

Dimensiones en lámina 5.02.602 A

Se recomienda para toda categoría de vías, preferentemente para calzadas importantes de alto tránsito (vías expresas troncales) o pavimentos de gran espesor, pero también en vías de categorías inferiores y en accesos a pasajes donde se deben rebajar. Se prefiere el canto redondeado en su cara superior, para proporcionar un grado de seguridad al vehículo en caso de que este tenga que impactarla debido a maniobras de emergencia, esto sin perjuicio de lo que se especifique en el proyecto de diseño respectivo.

Es de uso generalizado como elemento delimitador entre calzada y otra superficie adyacente desnivelada (acera, bandejón, mediana, isla, etc.). También puede consultarse en vías exclusivas para buses como separador entre las pistas de aquella y las de transporte privado. Si bien en ciclistas puede consultarse su uso también, no es recomendable por cuanto las dimensiones son desmedidas para efectos de canalizar flujo de vehículos menores, como lo son los bicicletas, encareciendo el proyecto en forma injustificada.

Se hace alusión específica a las ciclistas por cuanto las ciclobandas resultan de la utilización de parte de la pistas para tránsito normal, las cuales consultan preferentemente soleras tipo A o con zarpa. El uso, por tanto, de soleras tipo A en proyectos de ciclistas debe responder a requerimientos bien específicos y justificados, por parte del especialista.

##### **b) Tipo B**

Dimensiones especificadas en lámina 5.02.602 A

Se recomienda para vías de poco tránsito o pavimentos de reducido espesor, en vías de categorías inferiores y en accesos a pasajes donde se deben rebajar. Se prefiere canto redondeado por motivos de seguridad. Sus usos son similares a las de tipo A, pero no como elemento separador para vías exclusivas.

**c) Tipo C**

Dimensiones especificadas en lámina 5.02.602 A. Se recomienda para calzadas de poco tránsito, preferentemente vías locales, o pavimentos de reducido espesor.

Sus usos son similares a los del tipo B, pero, además, por sus menores dimensiones es recomendable para ciclistas.

**5.02.602(2) Soleras Especiales: Montable y Solerilla**

Soleras Especiales

Serán aquellas que cumplan funciones específicas, fundamentalmente de contención.

**a) Tipo Montable**

Elemento de hormigón prefabricado. Tal como el nombre lo indica, se trata de soleras sobrepuestas en el pavimento existente, fijadas mediante clavijas, si se trata de pavimento rígido (hormigón), o adhesivo, si el pavimento es flexible (asfalto), preservando el existente.

Se aplica esta técnica ya sea porque no se desea romper éste y/o porque las características del flujo que circula por la calzada colindante lo permite, como por ejemplo ciclistas generadas a partir de calzadas existentes. En otras ocasiones, cuando se desea generar un separador físico entre pistas de distinta naturaleza, también puede usarse soleras montables, como por ejemplo en una vía exclusiva para buses, para separar las pistas de ésta con la pista para vehículos particulares.

En general se recomienda para calzadas de poco tránsito o para requerimientos específicos, como los mencionados anteriormente u otro que el especialista considere oportuno. Actúa como elemento de contención.

**b) Tipo Solerilla**

Elemento prismático de hormigón, generalmente prefabricado. Su canto superior puede ser redondeado o biselado. Se utiliza principalmente como contención lateral en pasajes, calles mixtas, estacionamientos; contención de elementos prefabricados como baldosas, adoquines y empedrados; definición de áreas verdes en aceras y paseos, delimitación de tazas de árboles y jardines, etc. En la lámina 5.02.602 C se presentan los diseños más usados.

TIPO A

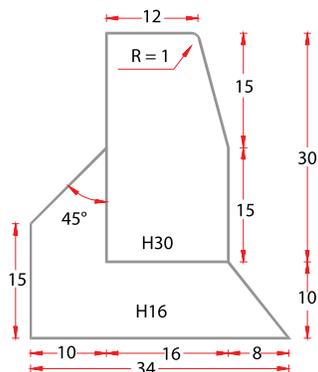


Lámina 4-203 - 001-A  
 (Volumen 4 manual de carreteras)  
 L. máx. 1.0 m.  
 ALTO  $\geq$  30 cm.  
 ESPESOR BASAL  $\geq$  16 cm.  
 CORONAMIENTO  $\leq$  12 cm.

CANTO  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Redondeado ( volumen 4} \\ \text{Manual de carreteras)} \\ \text{Recto ( mercado)} \end{array} \right.$

TIPO B

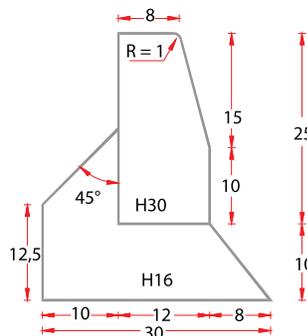


Lámina 4-203 - 001-A  
 (Volumen 4 manual de carreteras)  
 L. máx. 1m  
 L. normal 50m.

TIPO C

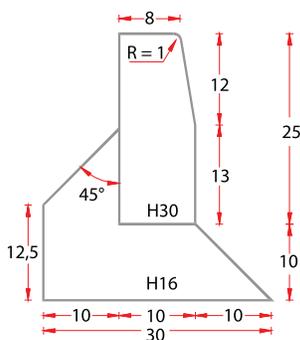
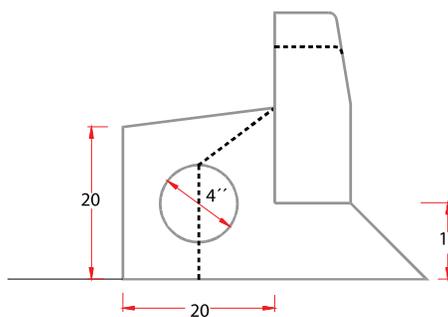


Lámina 4-203 - 001-A  
 (Volumen 4 manual de carreteras)  
 L. máx. 1.0 m.  
 L. normal 50m.

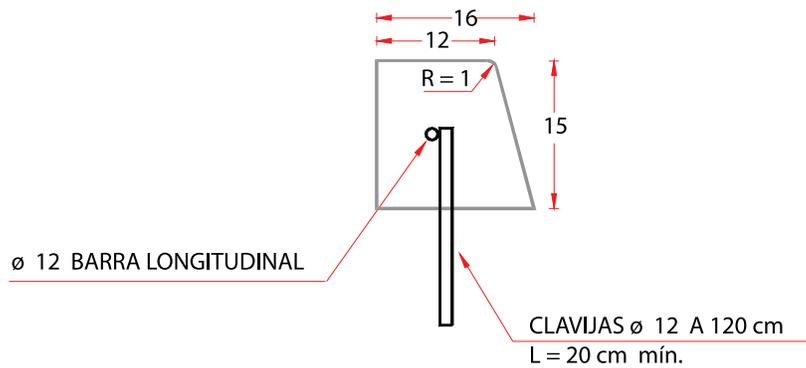
SOLERA CON DUCTO PARA CABLES



La sección tipo de la solera puede ser cualquiera normal o especial, rebajada o de altura común.

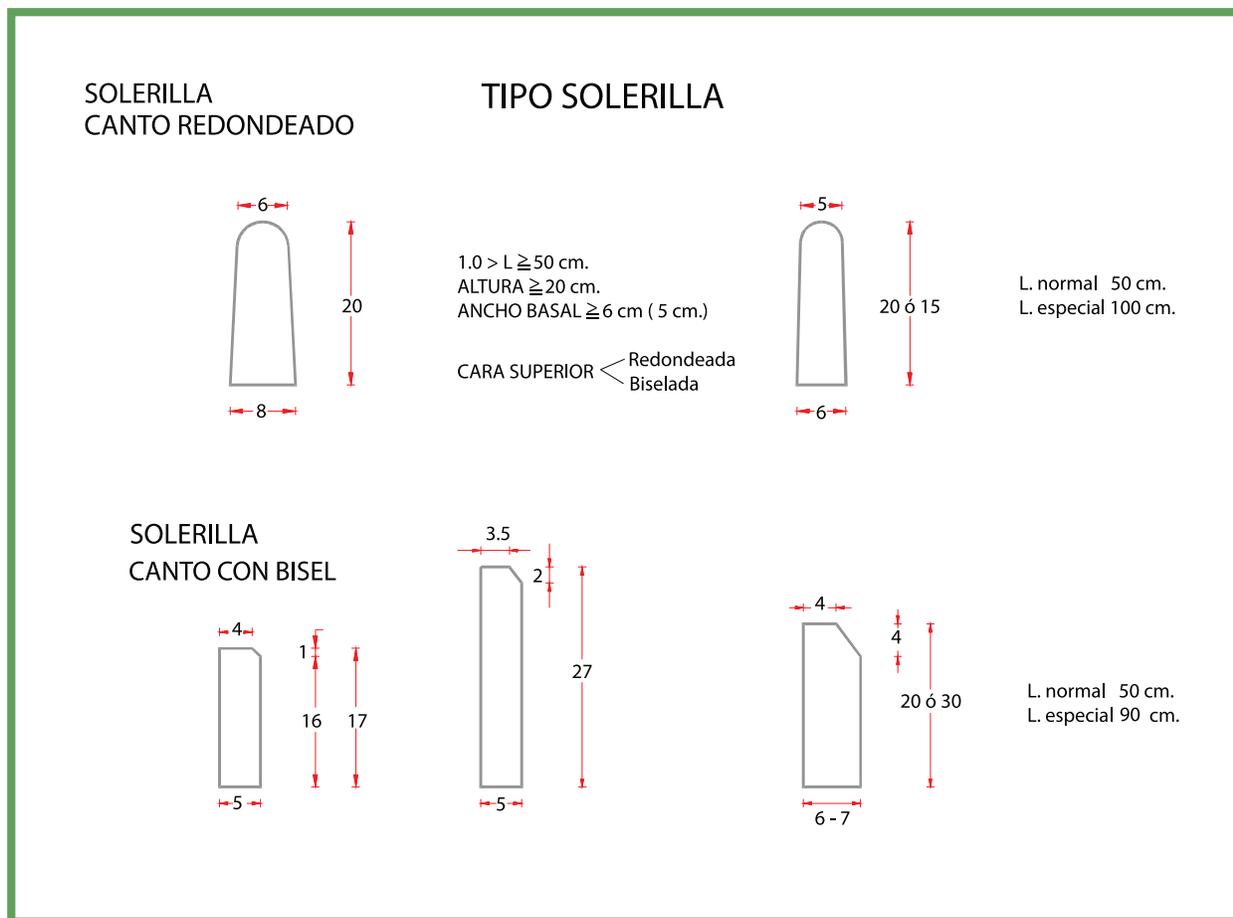
5.02.602 A Soleras normales: Tipo A, B y C

## TIPO MONTABLE



Solución para pavimento de hormigón; para pav. asfáltico puede reemplazarse las clavijas por un adhesivo.  
La sección tipo de la figura corresponde a la parte libre de una solera tipo A, pero puede ser otra.

## 5.02.602 B Soleras Especiales: Montable



5.02.602 C Soleras Especiales: Solerilla y Barrera

En cualquier vialidad en la cual se proyecten sistemas de control coordinados o se prevea su instalación, conviene utilizar las secciones tipo modificadas según la figura de la solera con ducto para cables, que consulta un ducto de cuatro pulgadas destinado a los cables de la red de semáforos.

### 5.02.7 LUCES LIBRES (GALIBOS)

**5.02.701 Aspectos Generales.** Las calles, a su paso bajo, entre, sobre o al lado de cualquier elemento estructural o de otro tipo, como pueden ser túneles, puentes, muros, etc., deben contemplar espacios libres en todos los sentidos, con el fin de asegurar el paso de los vehículos tipo considerados en el diseño sin interferencias físicas, con plena visibilidad y sin efectos psicológicos, para evitar las dificultades operativas y las correspondientes mermas en la capacidad y nivel de servicio.

Para ello se definen dimensiones laterales y verticales, medidas a partir de la superficie de rodadura, que determinan a su vez una sección transversal libre, esquematizado en la lámina 5.02.702 A. En ella, la zona sombreada no constituye geometría obligada para los

obstáculos en cuestión (túneles, pasos bajo nivel); ella sólo delimita la sección de gálibo mínimo que debe quedar libre de obstáculos.

**5.02.702 Luces Libres Laterales.** Las distancias libres laterales se miden desde el borde de la calzada hasta cualquier obstáculo de altura superior a 0,15m que se encuentre a su vera: estribos, muros, pilares, barreras, árboles, etc.

El efecto de un obstáculo situado a la izquierda del conductor es menor que el de aquél que se encuentra a su derecha. Esto hace necesario distinguir una "luz libre lateral izquierda" (L.L.I.) y una derecha (L.L.D.). La primera debe considerarse en el caso de las calzadas unidireccionales.

En la lámina 5.02.702 A se muestran varios casos mediante secciones que contemplen barreras de seguridad y espacios laterales para peatones o bicicletas (figuras I y II) y el caso más simple de no existir ni una ni otras (figuras III y IV). Ambos tipos cubren este aspecto cuando se está refiriendo el problema a pasos inferiores, y los segundos, pueden ser considerados casos generales aplicables a cualquier sección de la vía.

La tabla que aparece en la referida lámina entrega los valores mínimos de L.L.I. y L.L.D.

Es preciso recordar que si el obstáculo lateral se encuentra situado al lado interior de la curva, el criterio para determinar estos valores es distinto, pues el caso presenta características que obligan a considerar la visibilidad en planta. Recurrir en tal caso a los criterios expuestos en el acápite 2.02.503 (2).

**5.02.703 Luces Libres Verticales.** Las distancias libres en el sentido vertical deben ser de 4,5m sobre todo el ancho de la plataforma pública que sea pisable por los vehículos (calzadas, bandas, estacionamientos y bermas, si es el caso).

Si dicha plataforma contiene superficies peatonales o para bicicletas, la distancia libre correspondiente puede reducirse hasta 2,5m, salvo en los 0,5m próximos a las zonas vehiculares, donde también se exige los 4,5m anteriores.

Estas dimensiones aparecen en la lámina 5.02.702 A.

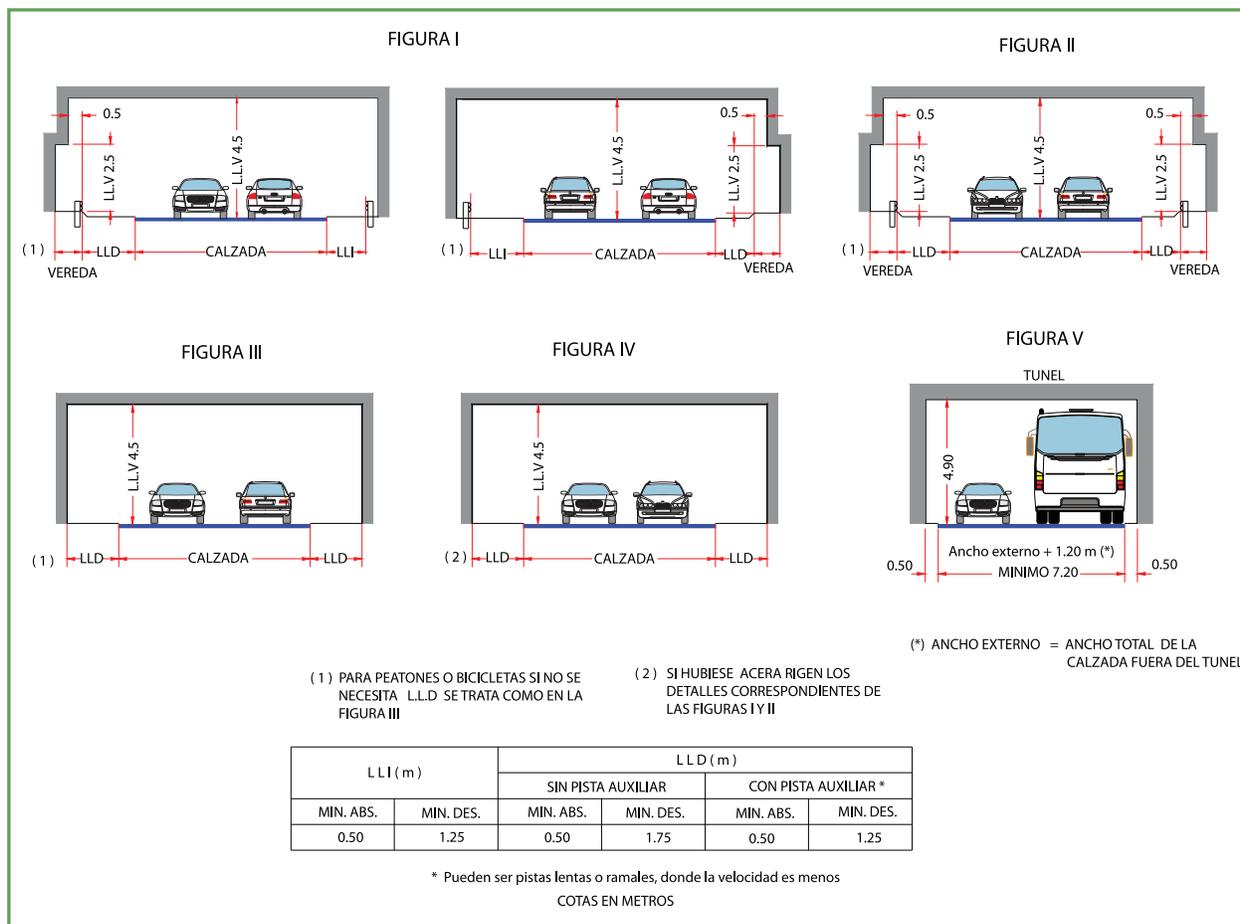


Fig 5.02.702 A  
Luces Libres (Galibos)

### 5.02.8 PERFILES TIPO

En las Figuras **5.02.8 A, B, C y D** se esquematiza una variedad de perfiles tipo. Evidentemente, ellos no son todos los perfiles posibles, ya que por encima de cualquiera de estos esquemas, el diseño definitivo resultará del análisis de los diversos factores que intervienen en él. El resultado de dicho análisis puede ser compatible con alguno de los esquemas aquí mostrados o no, siendo factible el que aparezca situaciones distintas, acordes con las condiciones particulares de cada proyecto.

En todos los esquemas señalados en el párrafo precedente se utiliza el sentido de tránsito y coloraciones distintas para las plataformas de calzada, veredas y el espacio restante en el perfil, el que idealmente puede ser ocupado por área verde, con el propósito de mejorar la comprensión de dichos esquemas.

En vías locales o de servicio (esquemas I y II, de la Figura 5.02.8 A), se puede considerar una plataforma de calzada que permita acoger dos pistas de circulación vehicular más el correspondiente espacio para aceras, debidamente desniveladas respecto de la plataforma de

calzada, en las cuales es altamente recomendable que la vereda se emplace alejada del borde de la calzada, con lo cual se posibilita el emplazamiento de postaciones, grifos u otros elementos que no deben interferir con el desplazamiento peatonal sobre la vereda.

En vías colectoras y troncales (esquema III, de la Figura 5.02.8 A), es deseable generar dos plataformas de calzadas separadas entre sí por un bandejón lo mas amplio posible, que permita acoger tratamiento de áreas verdes. Además, en ese espacio es posible contemplar vialidad que posibilite los retornos de vehículos así como pistas protegidas para acoger el flujo de vehículos que requiere virar hacia la izquierda para conectarse con otra vialidad pública. Ambas calzadas deben quedar desniveladas respecto de las plataformas de aceras las que deben incluir las veredas y siendo, al igual que en el caso de los esquemas I y II, altamente recomendable que dichas veredas sean emplazadas lo más alejado posible del borde de la calzada.

Las plataformas mínimas para calles tendrán anchos en consecuencia con el tipo de vía de que se trate: local, de servicio, colectoras, troncal o expresa, cuidando que el ancho de pista cumpla con los mínimos indicados en 5.02.202 (4) A y de la existencia o no de bandas de estacionamiento.

En los esquemas de la Figura 5.02.8 B se muestra tres casos en que sobre la vía, además, existirá desplazamiento masivo de vehículos de locomoción colectiva (buses), conformando entonces una plataforma de calzada con tres pistas de circulación vehicular, para el caso de los esquemas I y II, debidamente desniveladas respecto de las plataformas de aceras y en cada una de ellas, la vereda se sitúa lo mas separada posible del borde de la calzada.

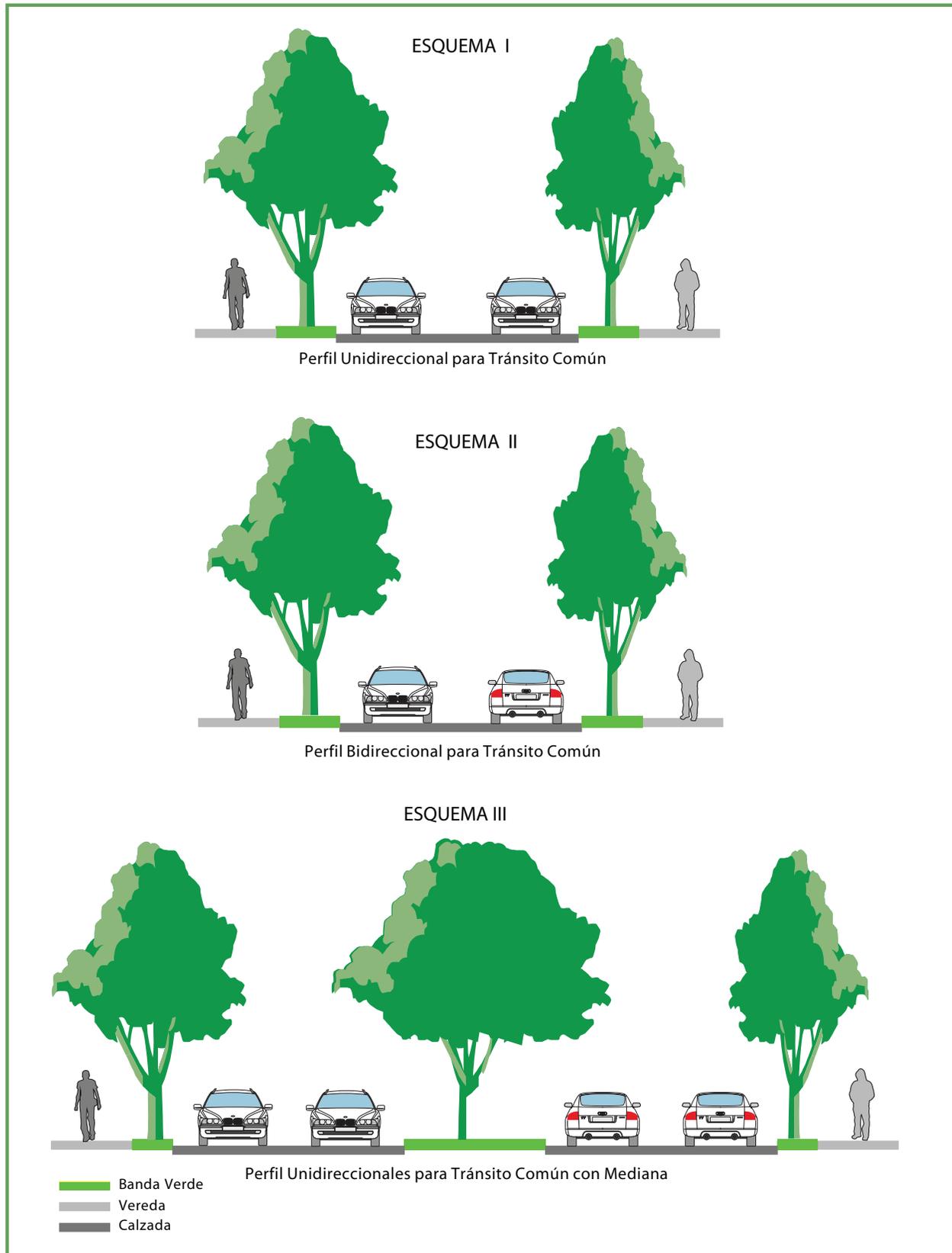
Los esquemas que se muestran en la Figura 5.02.8 C constituyen tres casos particulares de vías en que por razones de optimización de la operación vehicular de los buses de locomoción colectiva y también de seguridad, se adopta una configuración de uso de pistas exclusivas para éstos, separándolos del resto de los vehículos que utilizan la vía. Los esquemas del tipo I y III disponen las pistas centrales para el tránsito segregado de los buses de locomoción colectiva y los esquemas II (a) y II (b) disponen las pistas de circulación de los buses de la locomoción colectiva en los bordes de la plataforma de calzada. En todos los casos descritos, la plataforma de calzada se ubica desnivelada de la plataforma de acera y esta última contiene la vereda lo mas alejado posible del borde de calzada.

Finalmente, la Figura 5.02.8 D contiene cuatro esquemas de vía que permiten acoger el desplazamiento de bicicletas y, en todos los casos, la plataforma de calzada se ubica desnivelada de las plataforma de acera y la vereda se emplaza lo mas alejado posible del borde de calzada. Cabe hacer notar que estos esquemas son sólo referenciales y aunque se haya dibujado ciclovías de tipo unidireccional, en la práctica se utiliza más la solución de tipo bidireccionales.

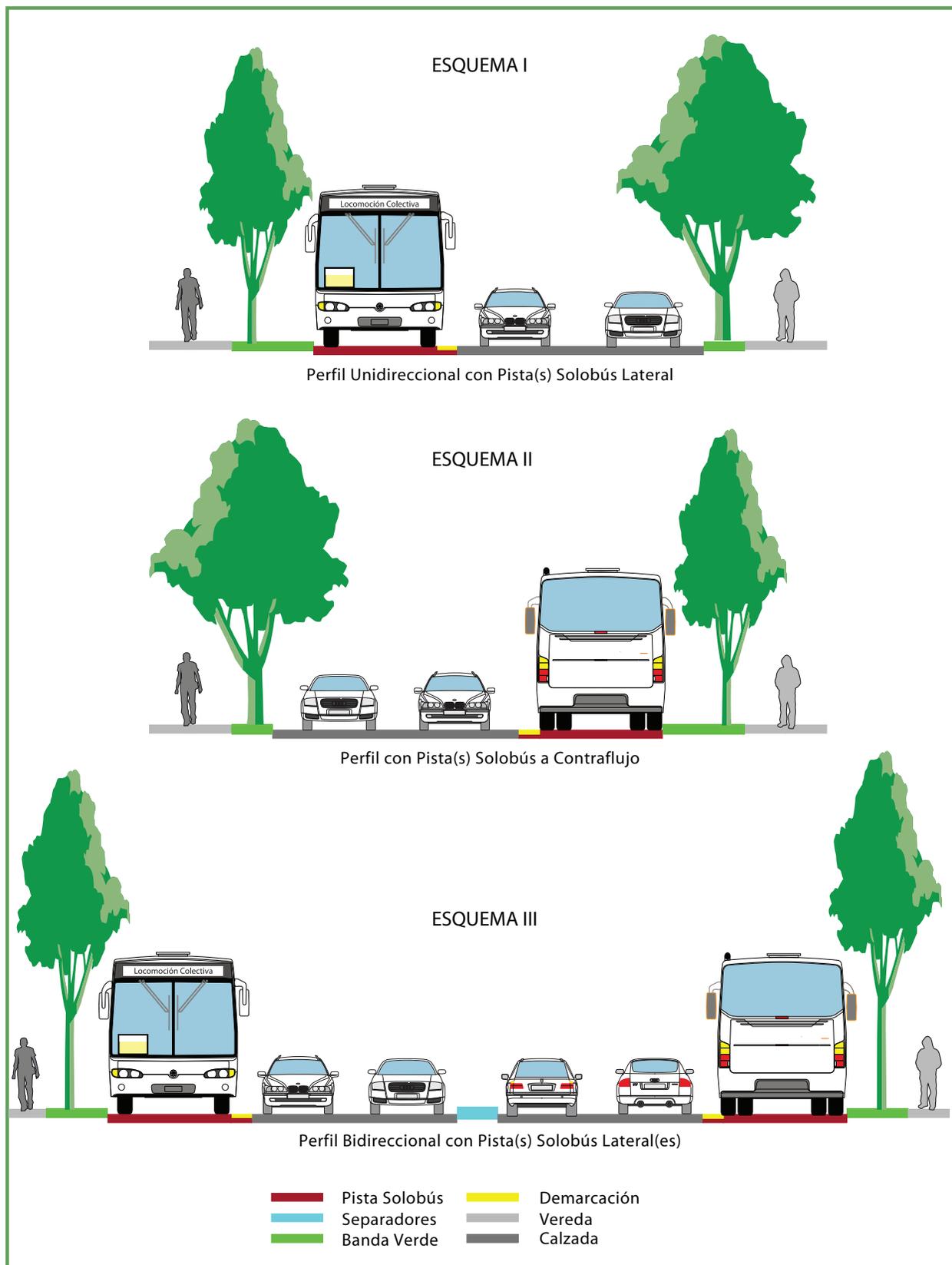
Las configuraciones del tipo I y II permiten incorporar la posibilidad del desplazamiento de bicicletas por un espacio prácticamente exclusivo, pero como parte de la

## El Eje de Replanteo

calzada, en lo que se ha denominado “ciclobandas” y, las configuraciones del tipo III y IV, permiten acoger el desplazamiento de bicicletas, en lo que se ha denominado “ciclopistas”, también por un espacio preferencial, pero a nivel de aceras o de bandejón central, para el caso específico del esquema tipo IV.

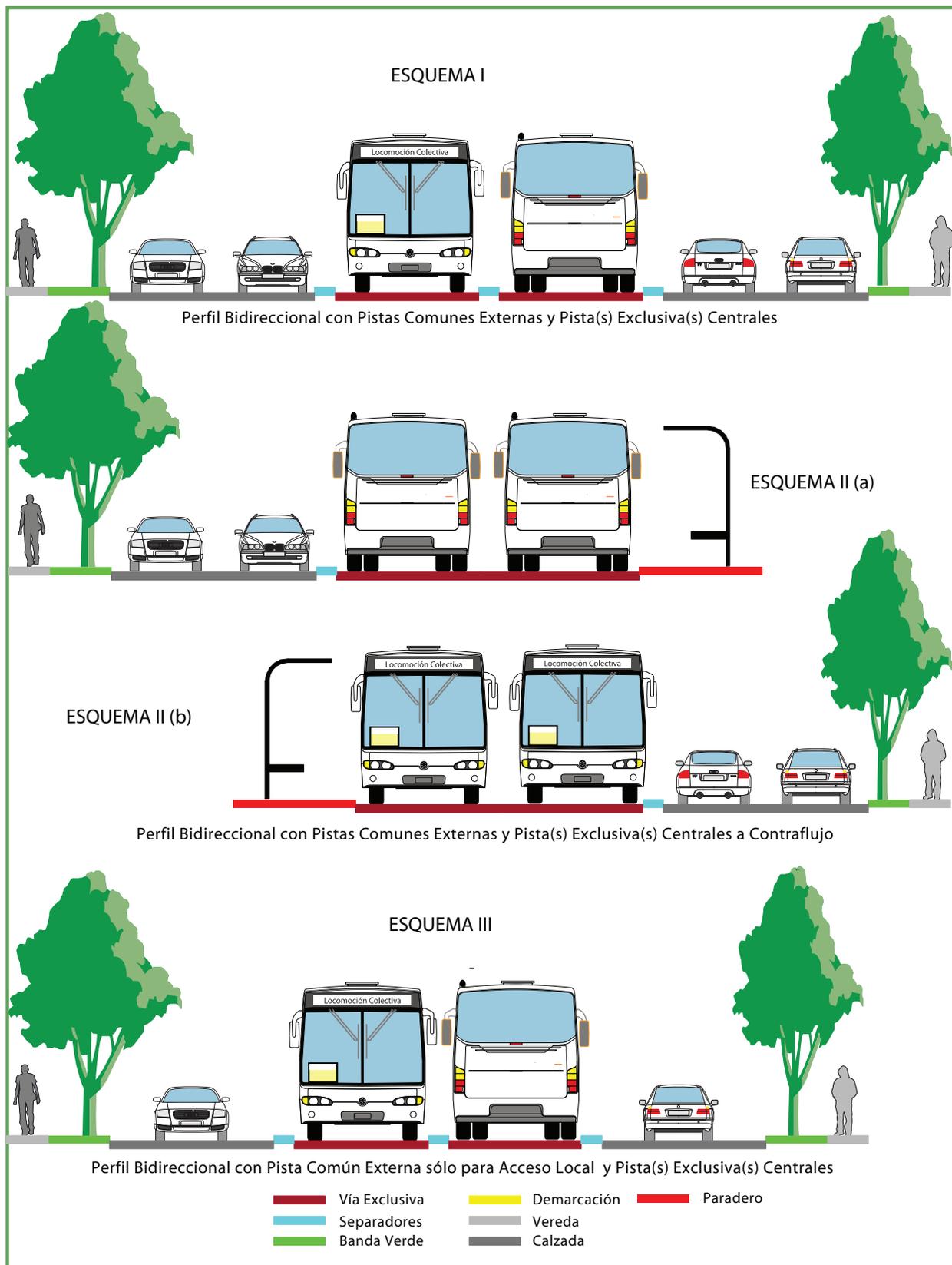


Perfil Tipo para Tránsito Común  
Fig. 5.02.8 A



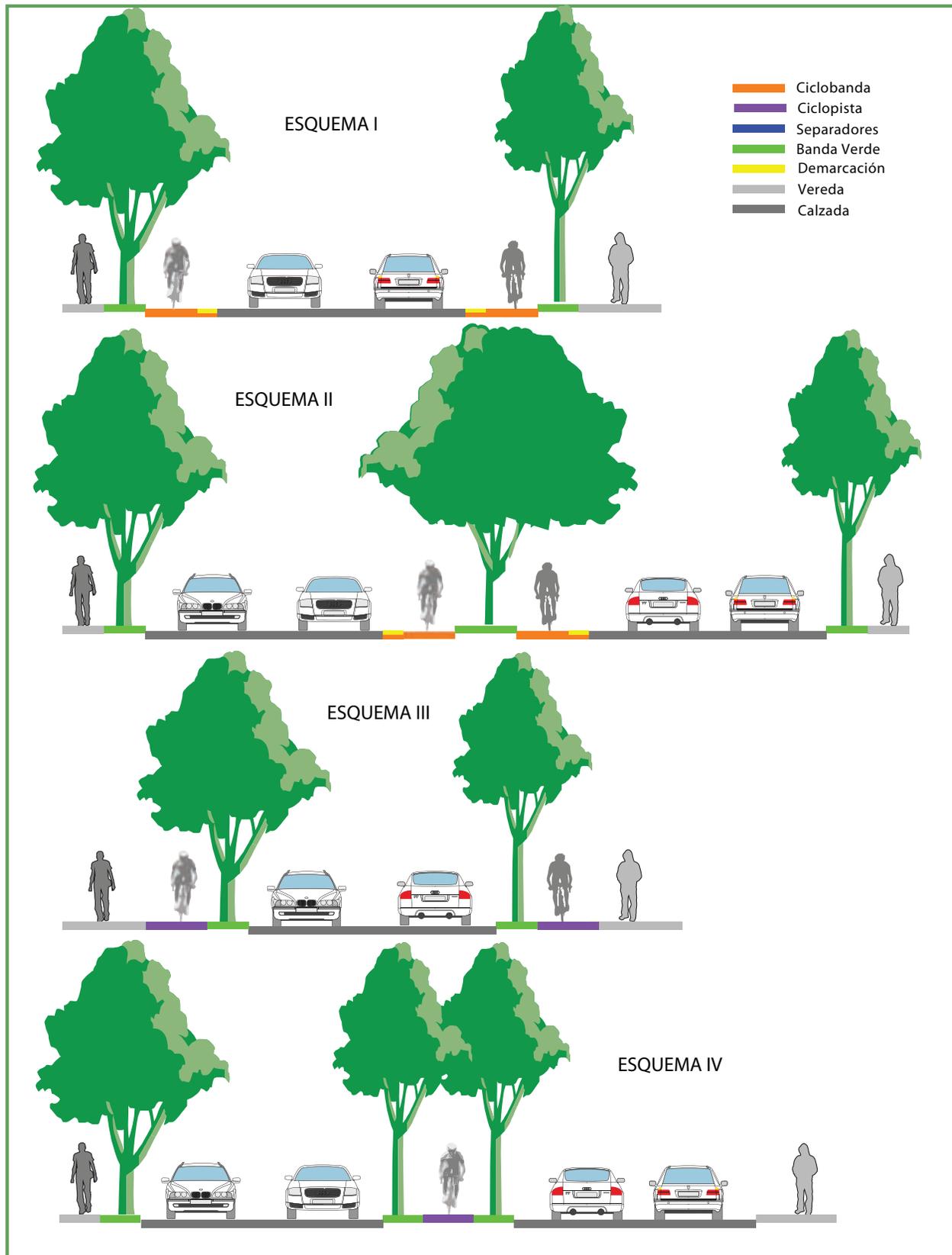
Perfil Tipo con Pista para bus  
Fig 5.02.8 B

Zonas Vehiculares en Sección Normal



Perfil Tipo con Vías Exclusivas para Buses  
 Fig. 5.02.8 C

El Eje de Replanteo



Perfil Tipo con Ciclobanda y Ciclopista  
Fig. 5.02.8 D

Zonas Vehiculares en  
Sección Normal

## SECCION 5.03 PRINCIPIOS DE COMPOSICION

No existen reglas absolutas ni definitivas para el trazado de una vía, desde puntos de vista estético, pero es posible citar algunos criterios generales:

**5.03.1 INTEGRACION EN EL LUGAR**

El trazado de una calle debe ser armónico con el conjunto de la ciudad a la cual sirve. Esto no sólo con respecto a la coherencia que debe existir entre la topografía y la geometría en planta y elevación, sino que también en la proporcionalidad que debe existir, tanto entre su sección y las construcciones que le bordean o bordearán, como en el tipo de vegetación contemplada.

Esto significa que un barrio residencial de poca altura, una vía de gran sección produce, además del menoscabo ambiental propio de los flujos, un efecto de incongruencia estética. Además, significa que la composición paisajística debe corresponder a la realidad del lugar: más o menos árboles, del tipo que sea típico en la región; más o menos utilización de decoración mineral, etc.

Por otra parte, es sensato imaginar una jerarquía visual de las vías. En Francia, por ejemplo, los paseos laterales con dos corridas de árboles corresponden a las grandes arterias; las medianas con igual tipo de plantación son propias de vías algo menores, y así sucesivamente.

**5.03.2 PUNTO DE FUGA**

Una vía adquiere un carácter muy especial cuando se dirige hacia algún punto singular: monumento, estructura o paisaje que aparezca en su centro, a la distancia, como un hito notable que la cierra.

En las ciudades chilenas, frecuentemente enclavadas en topografías acentuadas, este efecto suele lograrlo una montaña, un cerro o una cordillera.

Este hecho debe aprovecharse en el diseño, ya sea organizado el trazado (urbanización por ejemplo) para realzarlo, o asegurando la vista mediante aberturas en las plantaciones, o impidiendo la construcción de obras cuya estética no compense el deterioro que eventualmente puedan producir a la visión abierta del paisaje natural.

Cuando ocurre cualquiera de estos esquemas, los trazados rectos son particularmente propicios.

### 5.03.3 PROPORCION ENTRE ESPACIOS LIBRES Y VEHICULARES

Una cierta parte del ancho de la plataforma debe quedar reservada a los peatones y a los espacios libres.

En efecto, una calzada demasiado ancha, además de las molestias que ella produce intrínsecamente, produce el efecto de una barrera, segregando drásticamente el sector, tanto física como visualmente.

Este efecto se aminora si ella discurre bordeada de veredas amplias.

En las secciones pequeñas a medianas (30 metros o menos), el ancho de las superficies vehiculares deberá representar un máximo de 60% en el ancho del perfil tipo. Esta proporción debe disminuir hasta el 40% en las grandes secciones.

Los espacios libres deben repartirse juiciosamente entre las zonas peatonales y mixtas que proceda diseñar.

### 5.03.4 RITMO DEL PERFIL

Algunos perfiles son determinados siguiendo reglas distintas de la anterior. Por ejemplo, la repetición de módulos, que se repiten varias veces:

- Una calzada de 12m flanqueada por dos veredas de 10 a 12m. El módulo en este caso es el ancho de 12.
- Una mediana de siete metros, dos calzadas de siete metros y dos veredas de siete metros representan una estructura pentamodular con 5 módulos de 7m.

Otro principio muy característico (Hausmann) es una calzada de 10m bordeada de dos paseos de 10m, al lado de los cuales discurren calzadas laterales de servicio de 5m que bordean los inmuebles.

### 5.03.5 ANCHO DEL TERRAPLEN CENTRAL

En la aplicación de los principios anteriores debe hacerse, como ya se ha manifestado anteriormente en las descripciones de paseos, bandejones, medianas, veredas y paseos-vereda, una elección entre el espacio que se ha de reservar para unos y otros.

Esta elección supone resolver cuáles van a ser las áreas peatonales. Ni las medianas ni los bandejones pueden ser consideradas tales, ya que sus anchos y/o su aislamiento con respecto a la vereda las hace poco atractivas.

Los paseos, en cambio, menos segregados al ser las vías laterales menores, y los paseos-vereda por excelencia, sirven para estos efectos.

Si se desea que un paseo central sirva como tal, su ancho debe ser al menos el doble del ancho de las calzadas que lo flanquean.

#### **5.03.6 PERFIL ASIMETRICO**

Si uno de los lados de la vía presenta un interés particular (fachada comercial, playa, etc.), es razonable y hasta preferible diseñar un perfil asimétrico, en el cual una gran vereda, paseo o vereda-paseo facilitará y estimulará la vida urbana.

### 6.01.1 DEFINICIONES

Se considerarán como intersecciones los empalmes, cruces o encuentros al mismo nivel de dos o más vías. Tales situaciones se producen sobre una superficie que debe ser diseñada de modo de permitir, a una cantidad y composición determinada de vehículos, en la forma más expedita y segura posible, parte o la totalidad de los movimientos origen-destino que sean teóricamente factibles de acuerdo al número de vías que confluyen y al número de sentidos permitidos en cada una de ellas.

La configuración básica de cada una de ellas: tipo de dispositivo y número de pistas destinadas a cada movimiento considerado, se resuelve a partir del esquema de servicio (oferta) con el cual se pretende satisfacer una demanda predeterminada.

La geometría propiamente tal es la peculiar configuración de los elementos de diseño que permiten, facilitan, dirigen, separan, delimitan y/o encauzan dichos movimientos. Esta geometría debe definirse analítica y gráficamente.

Se ha dicho que para efectos de la redacción de estas Instrucciones de Diseño, se considerará que una vía pasa de una sección considerada normal a una zona de intersección en el primer punto en que aparece cualquier elemento que permita una maniobra destinada a un cambio de dirección o sentido de los vehículos, con respecto a los que quedan definidos por el eje de dicha vía.

Esta extensión hace que las aberturas de mediana y las pistas de cambio de velocidad, espera y giro sean consideradas como parte de las intersecciones.

### 6.01.2 ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO

Se resumen aquí, en términos generales y relativos a las intersecciones, aquellos factores que constituyen datos previos al diseño de las mismas.

- Tipo de vías que confluyen en la intersección, ya que el tratamiento debe ser adecuado al resto de sus características funcionales: clasificación en una determinada red, velocidades de diseño y preferencia de paso.
- Topografía y edificaciones, examinando las restricciones existentes para extender la superficie. Es fundamental considerar los servicios en el subsuelo.
- Análisis del tráfico. Intensidades del mismo en cada movimiento a lo largo del día, a efectos de determinar la capacidad del elemento correspondiente. Es interesante conocer el movimiento de vehículos pesados y elegir el vehículo tipo para el que se proyecta la intersección. El análisis de los peatones que cruzan la intersección puede determinar alguna disposición especial que sirva sus funciones.

Otro dato relativo al tránsito es la velocidad en los accesos. Esta variable, en algunos ramales, puede ser decisiva para elegir el tipo de proyecto más adecuado.

- El número de accidentes puede justificar su acondicionamiento. Es interesante conocer la forma en que se producen los accidentes y los motivos que los determinan.
- Ya que la circulación en una determinada vía está condicionada por sus intersecciones y la influencia mutua entre unas y otras puede ser grande, es interesante conseguir una cierta uniformidad en el tratamiento de las intersecciones de un itinerario, especialmente por razones de tipo psicológico, ya que el conductor espera cierto tipo de intersección y normalmente reacciona mejor si encuentra lo que espera.

Una vez conocidos y analizados los datos antes enumerados, puede procederse al dibujo de los croquis previos para el proyecto de la intersección, llegando a definir una o varias soluciones que en principio parezcan más adecuadas para su estudio detallado.

Son también interesantes, para la decisión final, otras consideraciones, como las dificultades al tráfico durante la construcción y el efecto sobre las zonas colindantes.

Las condiciones estéticas, especialmente en zonas urbanas, pueden ser un factor decisivo al elegir una solución, y muchas veces exigen tratamientos complementarios.

Básicamente, los criterios y principios generales para el acondicionamiento de intersecciones son los mismos en zonas rurales y urbanas, aunque hay algunas diferencias que se presentan con carácter casi general.

En primer lugar, es normal que los criterios seguidos en las intersecciones en carretera en campo abierto tiendan fundamentalmente a conseguir una mayor seguridad y a mantener una velocidad elevada en la carretera principal.

En la ciudad, por el contrario, el criterio dominante suele ser la capacidad, ya que es normal que durante muchas horas las intersecciones se saturen. Este criterio de atender a la capacidad aconseja que normalmente el tamaño de las isletas se reduzca al mínimo indispensable para la protección de los coches que realizan determinados movimientos, tratando de que el número de pistas aumente al llegar a la intersección. El haber proyectado intersecciones sin tener en cuenta esta norma ha hecho fracasar algunas soluciones que ha sido preciso rectificar después.

Por otra parte, en la ciudad hay que contar como elemento fundamental de las intersecciones importantes, con las paradas de autobuses, que no pueden alejarse mucho de ellas, porque precisamente son puntos claves para la transferencia de viajeros. Esto obliga a veces a soluciones algo más complicadas, pero imprescindibles para el correcto funcionamiento de los transportes públicos.

Por último, la presencia de peatones en número importante condiciona casi siempre las soluciones urbanas que a veces sólo se resuelven correctamente estableciendo la circulación de peatones a distinto nivel, para no multiplicar el número de fases con la consiguiente reducción de capacidad.

## Principios Básicos del Diseño

### 6.01.3 PRINCIPIOS BASICOS DEL DISEÑO

El diseño o rectificación de intersecciones no responde a criterios rígidos, ya que, como se ha visto, el número de factores a considerar es muy grande.

Sin embargo, hay una serie de principios que deben incorporarse al buen criterio del proyectista, cuya utilidad depende de las condiciones existentes y cuya validez puede no ser absoluta en ciertos casos.

Los más relevantes de estos principios se resumen a continuación, recalándose que no todos pueden cumplirse simultáneamente y que algunos pueden ser hasta contradictorios en ciertos casos.

**6.01.301 Preferencia de los Movimientos Principales.** Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios: esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, o bien a la reducción de anchura de vía o a la introducción de curvas de radio pequeño. A veces conviene eliminar totalmente movimientos muy poco importantes.

**6.01.302 Reducción de las Áreas de Conflicto.** Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos desordenados, con la consiguiente confusión, que aumenta los accidentes y disminuye la capacidad de intersección. Estas grandes áreas son características de las intersecciones oblicuas y una de las causas de que no sean recomendables.

**6.01.303 Perpendicularidad de las trayectorias cuando se cortan.** Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las áreas de conflicto mínimas. Además disminuyen la gravedad de los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.

Se consideran aceptables las intersecciones con ángulos comprendidos entre  $60^\circ$  y  $120^\circ$ .

Este principio es de menor interés para las intersecciones con semáforos.

**6.01.304 Paralelismo de las trayectorias cuando convergen o divergen.** El tráfico que se incorpora o sale de una vía debe hacerlo con ángulos de incidencia pequeños, del orden de  $10^\circ$  a  $15^\circ$ , para aumentar la fluidez de la circulación. Si estos ángulos son mayores, los vehículos se verán obligados en muchos casos a detenerse, con la consiguiente disminución de capacidad y seguridad de la intersección. En el caso de vías expresas o si el tráfico lo aconseja deben disponerse vías de aceleración o deceleración, que permitan la incorporación o salida del tráfico a velocidad adecuada.

**6.01.305 Separación de los Puntos de Conflicto.** Mediante una canalización adecuada deben separarse los puntos de conflicto en una intersección, con lo que los conductores no necesitan atender simultáneamente a varios vehículos. En las intersecciones reguladas con semáforos puede convenir,

en ciertos casos, concentrar algunos puntos de conflicto, ya que la separación en el tiempo sustituye a la separación en el espacio.

**6.01.306 Separación de los Movimientos.** Cuando la intensidad horaria de proyecto de un determinado movimiento es importante, es conveniente dotarle de una vía propia de sentido único, completándola con vía de aceleración o deceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto, son además imprescindibles en muchos casos para la colocación de señales.

**6.01.307 Control de la Velocidad.** También mediante la canalización puede controlarse la velocidad del tráfico que entra en una intersección, disponiendo curvas de radio adecuado o abocinando las calzadas. Esta última disposición permite, además de reducir la velocidad, evitar los adelantamientos en las áreas de conflicto.

En el caso de la infraestructura existente generada para una cierta velocidad de diseño y que en la práctica por diversas razones es utilizada con cierta frecuencia con velocidades de operación significativamente superiores, resultando poco efectivas las medidas de fiscalización impuestas por la autoridad, lo cual se traduce en tasas de accidentes superiores a los normales, se han creado diversos mecanismos que apuntan a disminuir dicha accidentabilidad, todos los cuales tienden a mejorar la denominada "Distancia de Visibilidad de Parada" (Ver 2.02.503 (1)), parámetro que depende de la velocidad de diseño de la vía, del tiempo de percepción y reacción del conductor, del coeficiente de roce rodante en pavimento húmedo y de la pendiente longitudinal de la vía.

Las acciones tendientes a reducir la velocidad se traducen en la instalación sobre el pavimento de unos dispositivos denominados "reductores de velocidad", cuya reglamentación, instalación, diseño y señalización se puede encontrar en el DS 228/96 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Las acciones tendientes a mejorar el tiempo de reacción del conductor se traducen en la instalación sobre el pavimento de las denominadas "bandas vibratorias" y de dispositivos luminosos, los cuales se pueden consultar en el Manual de Señalización de Tránsito de dicho Ministerio.

Las acciones tendientes a mejorar el roce rodante en pavimento húmedo se traducen en aumentar la adherencia de la plataforma de pavimento por la vía de agregar productos sobre el pavimento como lechadas, micropavimentos y otros, además de provocar pequeños surcos sobre el pavimento mediante técnicas de cepillado de pavimentos.

**6.01.308 Control de los Puntos de Giro.** Asimismo, la canalización permite evitar giros en puntos no convenientes empleando islas que los hagan materialmente imposibles o muy difíciles. La seguridad es mayor si se disponen islas elevadas que si la canalización se obtiene mediante marcas pintadas en el pavimento, siempre que las soleras no reduzcan la capacidad o constituyan obstáculos peligrosos.

**6.01.309 Creación de Zonas Protegidas.** Las islas proporcionan a los vehículos los espacios protegidos en las calzadas para esperar una oportunidad de paso. Asimismo, pueden servir para que cuando un vehículo necesite cruzar varias pistas pueda hacerlo por etapas sucesivas, sin necesidad de esperar a que simultáneamente se produzca en todos ellos la necesaria interrupción de tráfico. Ejemplo típico son las vías de giro a la izquierda situada en las medianas. Son también importantes las islas o refugios peatonales, los cuales se definen como una zona de protección para los peatones instalada por lo general en el centro de la calzada, con el objetivo de posibilitar el cruce de una vía en dos etapas.

## Tipos de Intersecciones

**6.01.310 Visibilidad.** La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la parada. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto, debería existir, en el mejor de los casos, la distancia de parada.

**6.01.311 Previsión.** En general la canalización exige superficies amplias en las intersecciones. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta al autorizar construcciones o instalaciones definitivas en los márgenes de las vías que confluyen en la intersección.

**6.01.312 Sencillez y Claridad.** Las intersecciones complicadas, que se prestan a que los conductores duden, no son convenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.

Al proyectar una intersección parece, a primera vista, que al separar con islas todos los movimientos posibles, se llega a soluciones muy perfectas. Hay una tendencia a complicar la intersección, multiplicando las islas y las vías especiales para cada uno de los movimientos, llegando a soluciones ininteligibles para el usuario. Debe elegirse diseños comprensibles, que permitan una señalización simple y clara.

### 6.01.4 TIPOS DE INTERSECCIONES

Dentro de la innumerable variedad que supone el conjunto de las intersecciones, es posible definir una tipología que permite clasificar la mayor parte de los casos reales.

**6.01.401 Empalmes (3 Ramas).** Se llama así a las configuraciones de tres ramas, que asemejan una "T" o una "Y". En éstas, es frecuente el caso de ramas de diversa importancia, lo cual se determina mediante los conteos pertinentes. La cantidad de movimientos posibles es seis, si todas las ramas tienen doble sentido, y cuatro y dos si una de ellas o todas tienen sentido único, respectivamente. Esto sin considerar la posibilidad de giros en "U".

En la lámina 6.01.401 A se muestran algunos ejemplos de empalmes en "T" y en la 6.01.401 B otros en "Y", todos ellos con islas y canalizaciones.

**6.01.402 Cruces (4 Ramas).** Reciben tal nombre las configuraciones de cuatro ramas, que asemejan una cruz o una equis. La cantidad máxima de movimientos posibles es doce, si todas las ramas tienen doble sentido, y siete y cuatro si dos o cuatro de ellos tienen sentido único, respectivamente (sin giros en "U"). La importancia de los movimientos se detecta mediante conteos.

En la lámina 6.01.402 A se muestran algunos de los tipos de cruces canalizados que pueden significar un trazado adecuado según las circunstancias del caso. También se indican las transformaciones posibles de una intersección en "X" para convertirla en una del tipo cruz o en dos empalmes en "T". Cuando este tipo de rectificación es posible (zonas sub-urbanas o despobladas), debe preferirse las soluciones V y VI. Entre los casos VII y VIII es mejor la segunda, pues el giro a la izquierda que deben hacer los usuarios que desean continuar por la vía secundaria, que es la que interrumpe, supone la espera sobre esta misma, sin detenciones en la primaria.

**6.01.403 Encuentro (Más de 4 Ramas).** Este tipo de intersección es difícil de tratar y por lo general se prefiere suprimir una de las ramas, empalmándola con otra fuera de la intersección, si ello es posible. Si no lo es, la solución suele ser complicada o del tipo giratorio, o bien fuerza al establecimiento de sentidos únicos a algunas de las ramas.

Tipos de Intersecciones

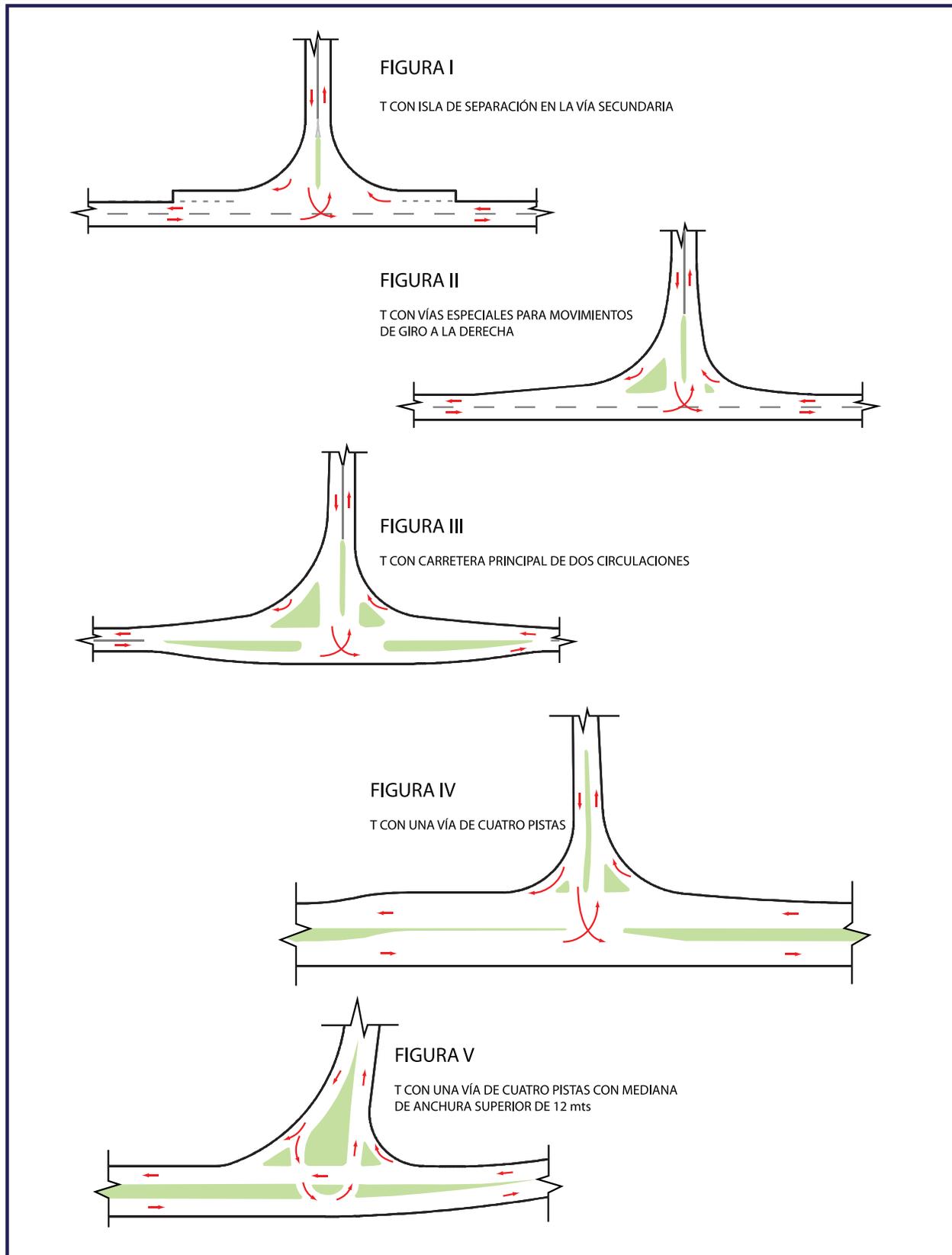


Fig. 6.01.401 A  
Empalmes en "T"

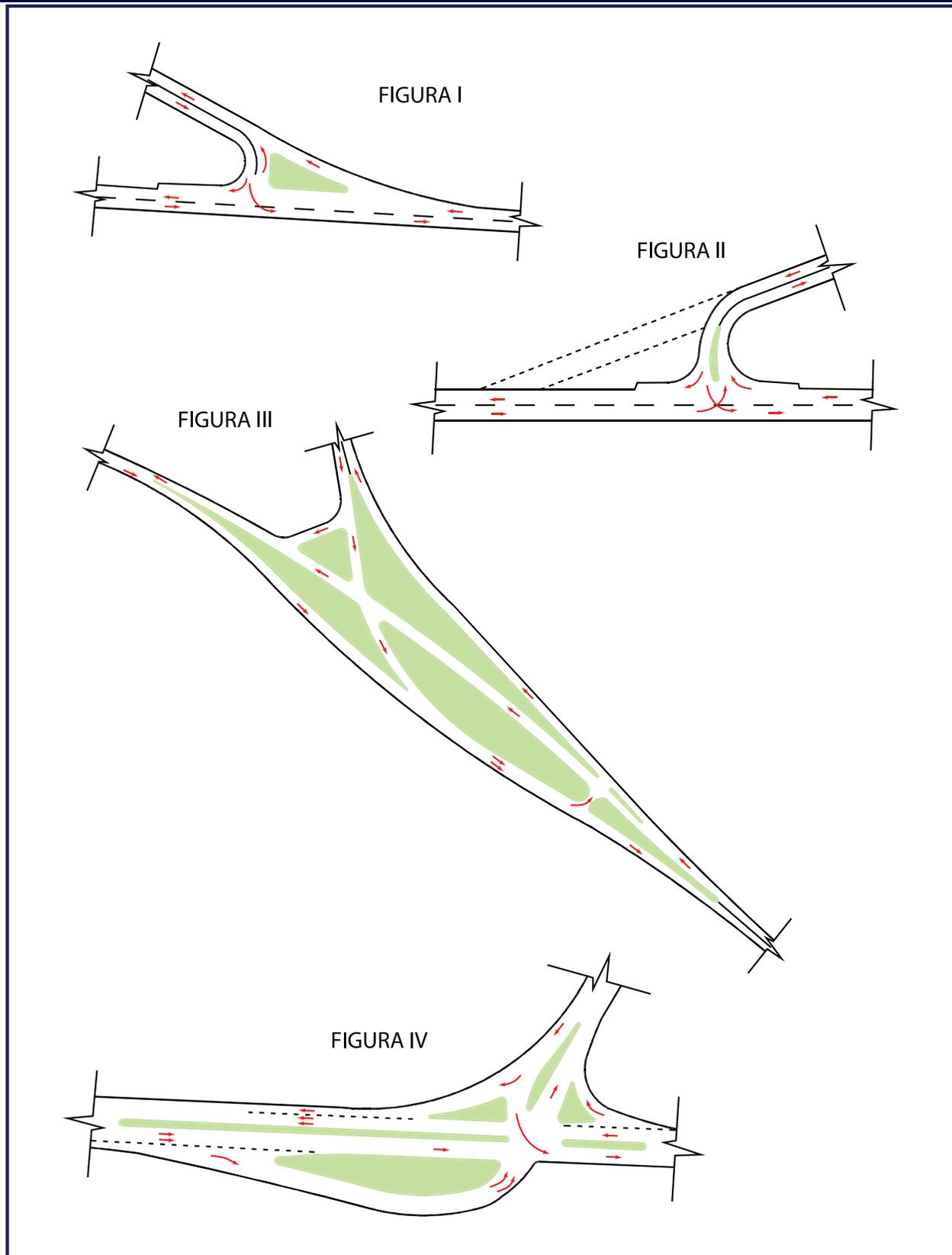
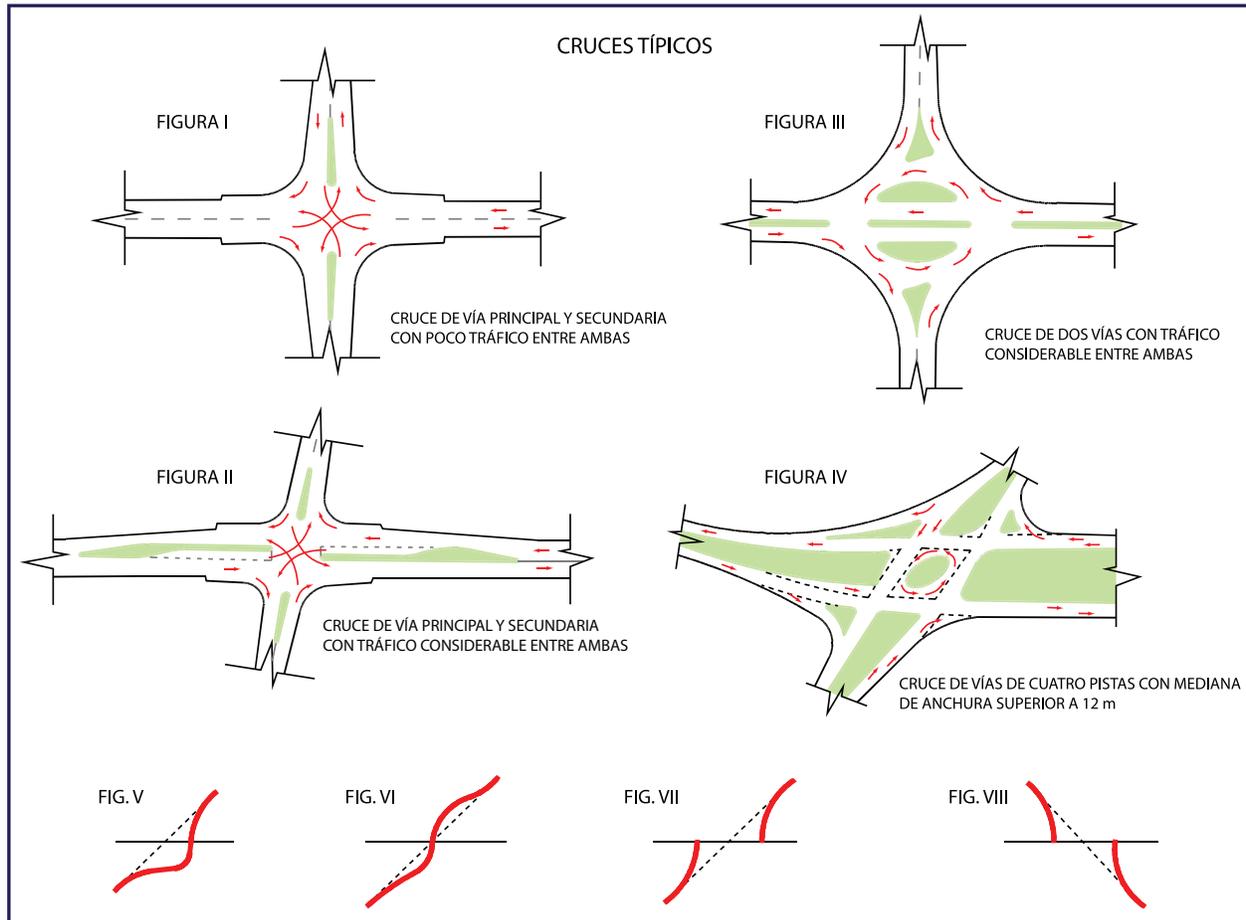


Fig. 6.01.401 B  
Empalmes en "Y"

## Tipos de Intersecciones



**Fig. 6.01.402 A**  
**Crucos Típicos**

### 6.01.404 Intersecciones Giratorias

**(1) Rotondas.** Este tipo de solución consiste en empalmar las ramas sobre un anillo circular elíptico o similar, por el cual los vehículos giran hasta llegar a la rama de salida. Para esto pueden tener que trenzarse en uno o más puntos con los flujos provenientes de otros ingresos y destinados a otras salidas. No se emplean semáforos y la preferencia corresponde al que viene por el anillo (desde la izquierda).

Esta solución es una solución de compromiso que puede ofrecer algunas ventajas si se dan simultáneamente parte importante de las siguientes condiciones:

- Intersecciones con cinco o más ramales y con volúmenes aproximadamente iguales en todas las ramas.
- Giros relativamente importantes, que llegan a superar los movimientos que continúan recto.
- Áreas disponibles extensas, horizontales y baratas.
- Poco movimiento de peatones.

- Distancias entre cada par de ramas consecutivas de longitud suficiente para permitir el trenzado (el tramo más crítico determina la capacidad de la rotonda).

De estas condiciones se pueden inferir también los inconvenientes que hacen que estas soluciones sean rara vez preferibles a las intersecciones de otros tipos: poca capacidad para el área ocupada, recorridos largos, trenzados molestos, incomodidad para los peatones y velocidades generalmente bajas.

Sin embargo, si se comparan cruces con semáforos, con volúmenes equilibrados en las dos vías que se cortan en ángulo recto y con un porcentaje alto de giros a la izquierda (35% o más), se ha observado que las rotondas ofrecen mayor capacidad para una misma superficie.

**(2) Mini-Rotondas.** Las mini-rotondas, al igual que las rotondas tradicionales, son elementos separadores de flujos, instaladas en intersecciones, formando una isla central. El ingreso se hace cediendo el paso a los vehículos que ya están circulando por la mini-rotonda; es decir, los conductores sólo deben mirar a su izquierda para ingresar a la intersección. La diferencia entre una rotonda y una mini rotonda es que en ésta última la isla central es pequeña, siempre inferior a cuatro metros, y puede ser tan simple como un círculo pintado en la calzada.

Véase lámina 6.01.404 (2) A y B, que presentan dos casos correspondientes a una experiencia británica.

### 6.01.5 INFLUENCIA DE LA FORMA Y LA SUPERFICIE DE LOS CRUCES SOBRE LA CAPACIDAD

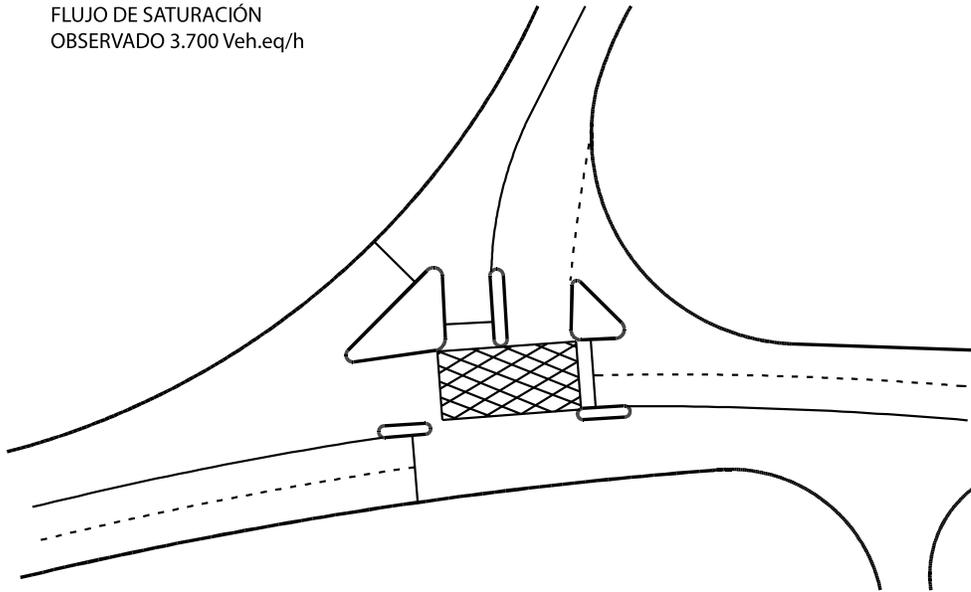
**6.01.501 Relación entre Superficie y Capacidad.** En general, la capacidad de una intersección aumenta con su superficie, pero también depende de la forma en que esta superficie se utilice. En la figura 6.01.501 A se representa, a modo de ejemplo, cómo varía la capacidad de un cruce de dos calzadas de 6m de ancho, a medida que aumenta su superficie, como resultado de la ampliación de los radios de sus esquinas. Hasta que no se superan los 40m para dicho radio, no se dobla la capacidad inicial, puesto que gran parte de la superficie aumentada apenas se aprovecha. Por encima de un cierto radio, la capacidad no aumenta.

**6.01.502 Relación entre Forma y Capacidad.** En la figura 6.01.502 A se da una idea de cómo se consiguen capacidades distintas si la forma exterior es diferente, con vías de 10m de calzada y con áreas involucradas de 1500m<sup>2</sup> en todos los casos. La forma ideal es aquella en la que los accesos se ensanchan, al llegar al cruce, de forma relativamente brusca.

Influencia de la Forma y la Superficie de los Cruces sobre la Capacidad

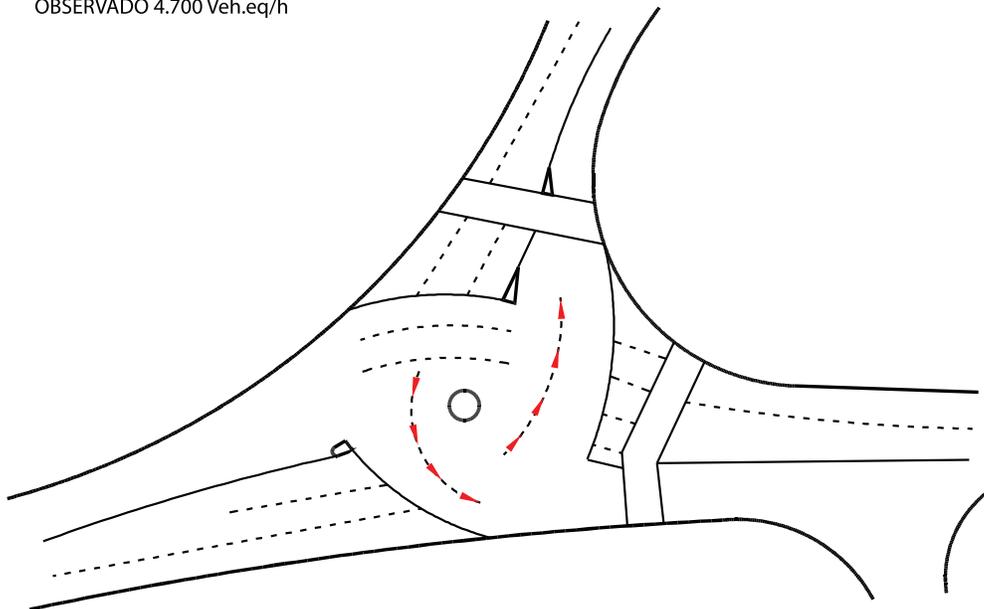
ANTES: SEMÁFOROS

FLUJO DE SATURACIÓN  
OBSERVADO 3.700 Veh.eq/h



DESPUÉS: MINIROTONDA EXPERIMENTAL

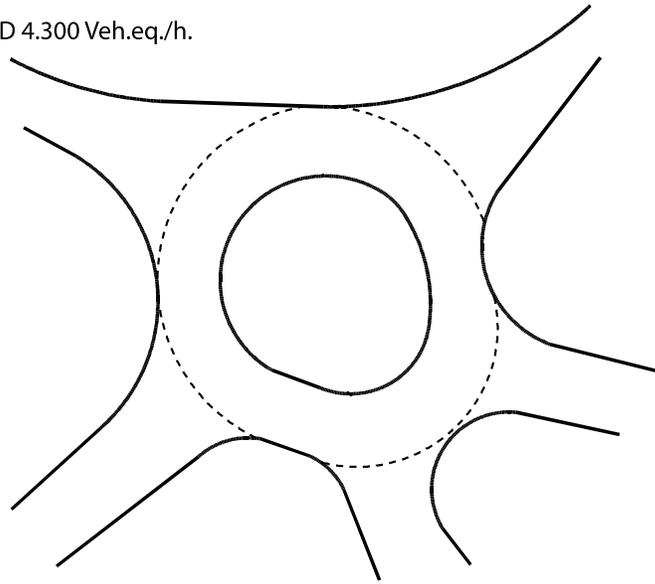
FLUJO DE SATURACIÓN  
OBSERVADO 4.700 Veh.eq/h



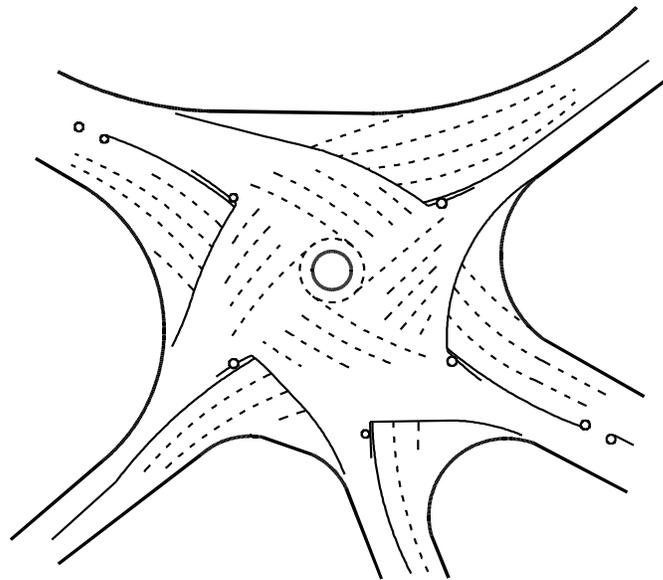
FLUJO DE SATURACIÓN = FLUJO TOTAL CUANDO HAY COLAS EN TODAS LAS RAMAS  
(EXPERIMENTO "PETERBOROUGH JUNCTION". OCTUBRE 1968, ROAD RESEARCH LABORATORY. (LONDON))

Fig 6.01.404(2) A  
Minirotondas

ANTES: CAPACIDAD 4.300 Veh.eq./h.



DESPUÉS: CAPACIDAD 5.300 Veh.eq./h.



FLUJO DE SATURACIÓN = FLUJO TOTAL CUANDO HAY COLAS EN TODAS LAS RAMAS.  
(EXPERIMENTO "CARDIFF ROUNDABOUT". MAYO - JUNIO 1969. ROAD RESEARCH LABORATORY. (LONDON))

Fig 6.01.404(2)B  
Minirotondas

Influencia de la Forma y la Superficie de los Cruces sobre la Capacidad

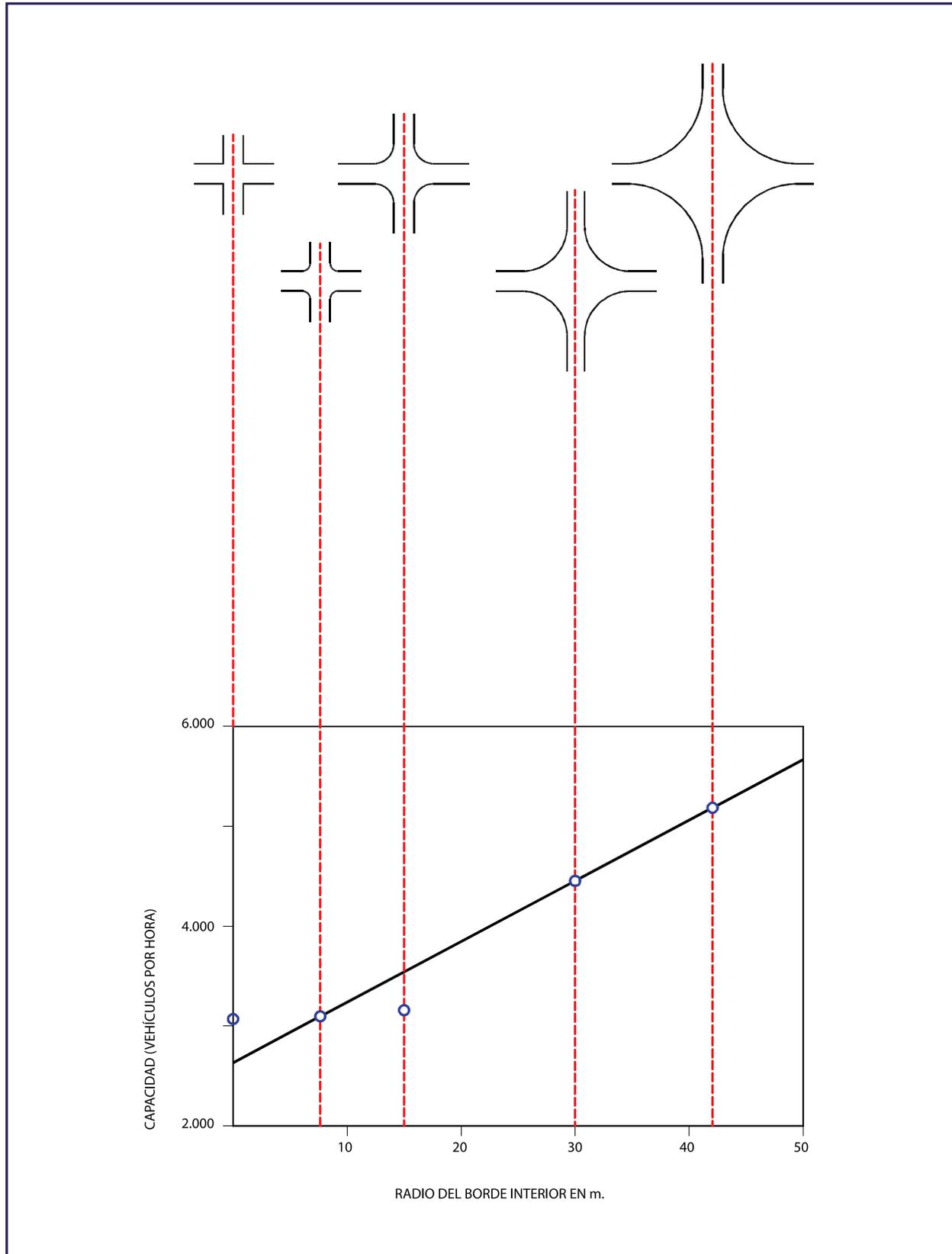


Fig 6.01.501 A  
Relación Capacidad – Superficie en Intersección

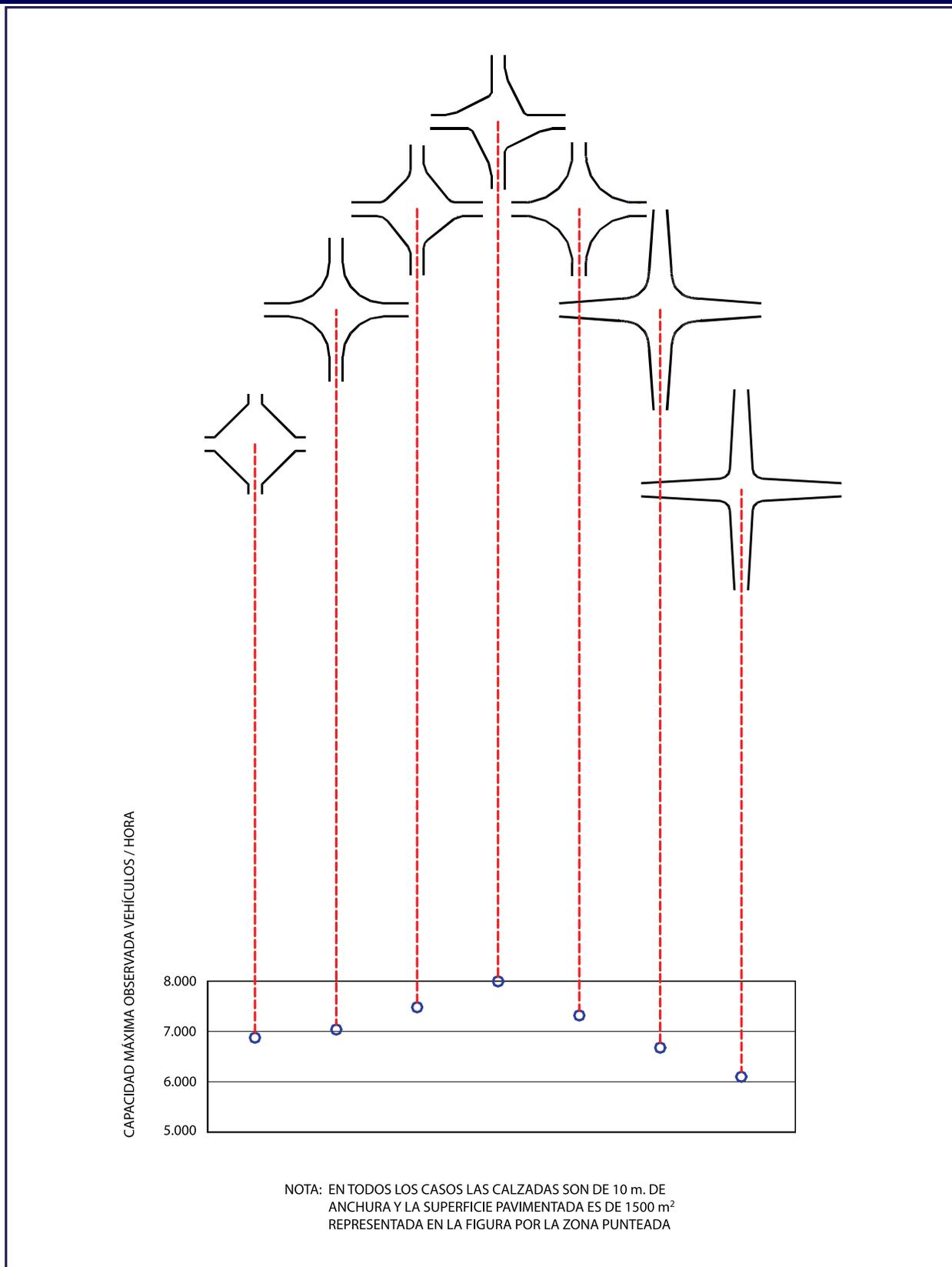


Fig. 6.01.501 B  
Relación Forma – Capacidad en Intersecciones

**6.02.1 DEFINICION EN PLANTA**

La definición en planta de los distintos elementos que configuran una intersección se rige por cuatro aspectos fundamentales que no son independientes entre sí.

Primero, la velocidad que el diseño permitirá a los vehículos que utilicen dichos elementos, respetando márgenes aceptables de seguridad, comodidad y economía. Esta velocidad – de diseño – se supone coherente con la situación más favorable que impongan los sistemas de control que se prevean en el dispositivo. En este sentido, al elegir una velocidad de diseño se subentiende que ella puede ser desarrollada en el elemento en cuestión, ya sea porque los vehículos que lo usen tienen preferencia señalizada o porque enfrentan una luz verde de semáforo. Si no existe preferencia (“PARE” o “CEDA EL PASO” afectando el movimiento) debe considerarse, para efectos del diseño, velocidad nula en ese punto, salvo que se prevea una posible modificación futura de tal esquema de priorización.

Segundo, el tipo de vehículos que habrán de usar el dispositivo en forma significativa. Para estos efectos se considera la clasificación que aparece en el párrafo 2.02.402, pero condensada en tres categorías: Livianos (L), Camiones y buses (C) y vehículos articulados (V.A.). Aquellos elementos que se vean requeridos por un porcentaje de vehículos del tipo C o VA superior al 5%, deberán ser diseñados tomando en cuenta las exigencias geométricas superiores que tal demanda supone y que, por otra parte, satisface plenamente los requisitos operativos de las categorías inferiores.

El tercer aspecto fundamental para el diseño geométrico de elementos en intersecciones es que los vehículos, al transitar por ellos, lo hacen ciñéndose a alguna referencia visual: Solera, demarcación, borde de calzada o pista. Estas deben coincidir con un eje analíticamente definido que respete las normas aquí contenidas, o derivarse de él de manera que se garantice su afinidad geométrica con la dinámica de los movimientos considerados. La derivación más frecuente es la traslación paralela de los ejes, pero también son frecuentes las transiciones parabólicas de ciertas líneas (soleras) con respecto al eje o a una paralela a él, así como líneas que convergen o divergen con respecto a otras, según leyes que pueden ser lineales o de otra naturaleza.

El cuarto y último aspecto es la existencia de peatones, que además de significar una variable importante desde el punto de vista operativo, impone restricciones y exigencias al diseño geométrico de una intersección. Esto principalmente debido a la necesidad de proveerlos con islas-refugio si las distancias a cruzar por ellos (en una fase verde) es superior a 14 metros.

En la presente sección se abordará la descripción de los elementos más importantes y usuales de las intersecciones. Estos elementos pueden ser dispositivos completos, como son las intersecciones de vías con calles laterales de servicio; dispositivos aislados, como las pistas de cambio de velocidad, o simples alineamientos, como las curvas a emplear como ejes en movimientos de giro.

**6.02.101 Ejes de Replanteo.** Para definir geoméricamente una intersección es necesaria la elección de ciertas líneas relevantes que tendrán categoría de ejes auxiliares.

En la lámina 6.02.101 A se esquematizan algunas posibilidades de ejes auxiliares, así llamados para distinguirlos de los ejes principales, que serán los que definen geoméricamente las vías que se empalman, cruzan o encuentran.

En la figura I se tiene una intersección "en cruz". En ella se definen cuatro ejes auxiliares (A, B, C y D), los cuales corresponden a cada uno de los bordes de la plataforma vehicular sobre la cual son posibles los movimientos de giro. Los ejes A y C son compuestos por tres elementos cada uno:  $\widehat{A1A2}$ ,  $\widehat{A2A3}$ ,  $\widehat{A3A4}$  Y  $\widehat{C1C2}$ ,  $\widehat{C2C3}$  Y  $\widehat{C3C4}$  los cuales pueden ser curvas circulares de tres centros o combinaciones clotoide-curva circular-clotoide, dependiendo de algunas circunstancias que se verán más adelante. Los ejes B y D son curvas circulares simples.

Como se puede apreciar, estos ejes constituyen el borde de la calzada, el cual por lo general queda definido en el terreno por una solera, si se trata de una intersección urbana, y por una línea demarcatoria de berma en otro caso, constituyendo una u otra la guía óptica que el conductor sigue al efectuar los movimientos de giro.

En la figura II se tiene un eje A del tipo simple y dos ejes, B y C, que son algo distintos a los anteriores, ya que corresponden al borde izquierdo y derecho de un ramal de giro, respectivamente. En ambos casos, el conductor tiene dos referencias visuales, a las que puede acomodarse indistintamente, sean éstas soleras o líneas demarcatorias. Los ejes pueden ser combinaciones de clotoides con círculo intermedio o curvas de tres centros. Los bordes opuestos serán una línea que resulta, en el caso de requerirse anchos distintos del ramal según su curvatura, que es el caso normal, de arcos de círculo concéntricos ( $\widehat{B2'B3'}$ ,  $\widehat{C2'C3'}$ ) y de curvas que resultan de transiciones lineales de ancho: si  $\widehat{B1'B1'}$  tiene ancho  $a_1$  y  $\widehat{B2'B2'}$  tiene un ancho distinto  $a_2$ ,  $\widehat{B1'B2'}$  será una curva que distará de  $\widehat{B1'B2}$  una distancia variable  $a_i = a_1 + l_i / (a_2 - a_1)$  y que también será aceptable como guía óptica.  $\widehat{B0'B1'}$  resulta una recta, pues se pasa de un ancho nulo en  $B0'$  a un ancho  $a_1$  en  $\widehat{B1'B1'}$ , en forma lineal. Lo mismo se puede decir, respectivamente, de  $\widehat{B3'B4'}$  y de  $\widehat{B4'B5'}$ . En el caso del eje C, puede ocurrir que el arco concéntrico  $\widehat{C2'C3'}$  intersecte el borde de las calzadas principales antes de alcanzar a ser proyección del punto correspondiente del eje, como ocurre en la figura con los puntos  $C'$ , lo cual no constituye defecto.

En la misma figura aparecen los ejes D y D', que son curvas circulares en "S" que generan la isla central. (Véase 6.02.109)

En la figura III aparecen los ejes A y B, similares a otros ya vistos en los esquemas anteriores. Además, aparece el eje D, que es un arco circular que no tiene reflejo material en la intersección, sino en los puntos de llegada y salida donde él limita la solera o la demarcación. Este eje representa una línea más o menos paralela a la trayectoria de un vehículo que ejecuta el viraje a la izquierda correspondiente. El eje C, entre C3 y C4 es similar al eje D, pero entre C1 y C2 corresponde a curvas parabólicas en "S" que generan la pista de espera central (5.02.204).

Cabe hacer notar que a partir de una cierta dimensión de los radios de giro, y por consiguiente de la plataforma, aparecen las islas y sus consecuentes canalizaciones.

Todos estos ejes, así como cualquier otro que sirva para representar o reflejar la trayectoria de los vehículos, debe cumplir con la condición de continuidad, salvo en los empalmes con bordes de calzada, donde eventualmente pueden iniciarse o morir en un ángulo pequeño. En lo demás, deben ceñirse a las recomendaciones y normas que este volumen incluye.

## Definición en Planta

**6.02.102 Radios Mínimos.** En el caso de los ejes principales de las vías, los radios mínimos resultan de la aplicación de un criterio físico-matemático que relaciona la velocidad de diseño, el radio de curvatura, el peralte y el coeficiente de fricción transversal.

En el caso de los ejes auxiliares esto también puede ser válido, así como todo lo relativo a las curvas de acuerdo, pero las limitaciones de espacio que enfrenta el diseño de intersecciones, que se traduce principalmente en la necesidad de velocidades de diseño aún inferiores a 25 km/h y en la imposibilidad de conseguir desarrollos de ejes lo suficientemente amplios como para desarrollar el peralte normalizado, obliga a dar un tratamiento distinto al problema de los radios mínimos.

Deberá distinguirse, por lo tanto, el caso de las intersecciones que se diseñan sobre una plataforma común, en la cual la altimetría de las superficies ocupadas para los distintos movimientos debe ser resuelta como un conjunto, siguiendo fundamentalmente imperativos de drenaje o estéticos, y aquellas otras en las que uno o más ejes tienen un desarrollo suficiente como para poder tratar su altimetría en forma más o menos independiente de las calzadas principales y de otras superficies que puedan acoger movimientos según el esquema de la plataforma común.

En la lámina 6.02.101 A, tendríamos que la figura I representaría el caso típico de una intersección sobre una plataforma común, donde la altimetría de los ejes auxiliares se deriva de la de las calzadas. En la figura II, en cambio, la elevación del eje B podría tratarse a través de un perfil longitudinal del mismo, quizás sin ninguna concesión a la influencia de la altimetría de las calzadas principales, que podría absorberse en la isla triangular que separa a estas últimas del ramal. Pero aún cuando esto no fuera posible, y el borde B1B4 tuviera que adecuar su altimetría a algún imperativo de drenaje o estético que emane del resto de la intersección, lo que sí será factible es el tratamiento del peralte. En efecto, el ramal de la figura permitirá, en los tramos B1B2 Y B3B4, efectuar transiciones de peralte para conseguir un valor dado de éste en el tramo circular B2B3. Incluso se puede adelantar algo en este sentido en las cuñas B0'B1 y B4B5'.

Un eje como el C, de la misma figura, no permite la independencia altimétrica del ramal en forma completa, pero en alguna medida permite bosquejar un desarrollo de peraltes que permita una marcha más cómoda.

Los ejes A, C y D de la figura III son totalmente dependientes de la elevación de la plataforma de la intersección, y el eje B corresponde a un caso similar al del eje B de la figura anterior.

En general, la definición de ejes por el borde exterior de la plataforma (todos los ejes de la figura I, ejes A de las figuras II y III, y eje C de la figura III), se adecua mejor a las intersecciones de tamaño reducido y medio, ya que la referencia visual que supone el borde derecho del pavimento (solera) es más relevante. En intersecciones grandes, en cambio, puede suponer una ventaja para el proyecto definir el borde izquierdo, por coincidir éste con el límite de la plataforma con altimetría dependiente, y por tener este borde una mayor importancia relativa como guía óptica, si se le compara con el breve borde izquierdo del otro caso.

La mayor parte de las intersecciones urbanas son de tamaño reducido, debiendo definirse los bordes extremos de las mismas.

Los bordes extremos, entonces, pueden ser resueltos de cualquiera de tres maneras: mediante una curva circular única, a través de una combinación de curvas circulares, o por la sucesión clotoide-curva circular-clotoide, pudiendo en este último caso prescindirse de la clotoide final si el empalme del ramal se hace bajo la condición de "CEDA EL PASO" o "PARE".

Cuando existen ramales independientes, el diseño en planta de los ejes se ajusta a los criterios que rigen el diseño de las vías en sección normal.

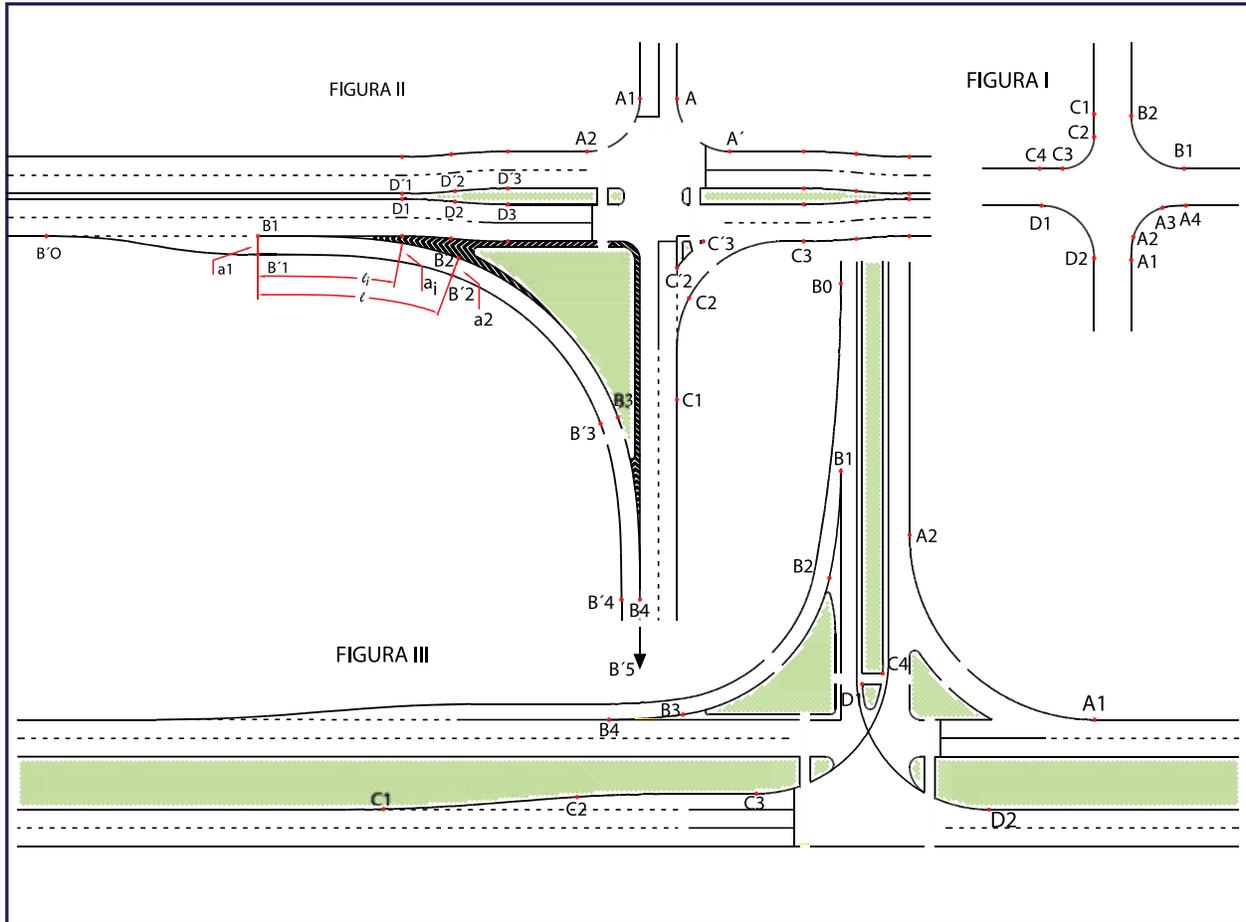


Fig 6.02.101 A  
Ejes de Replanteo

Definición en Planta

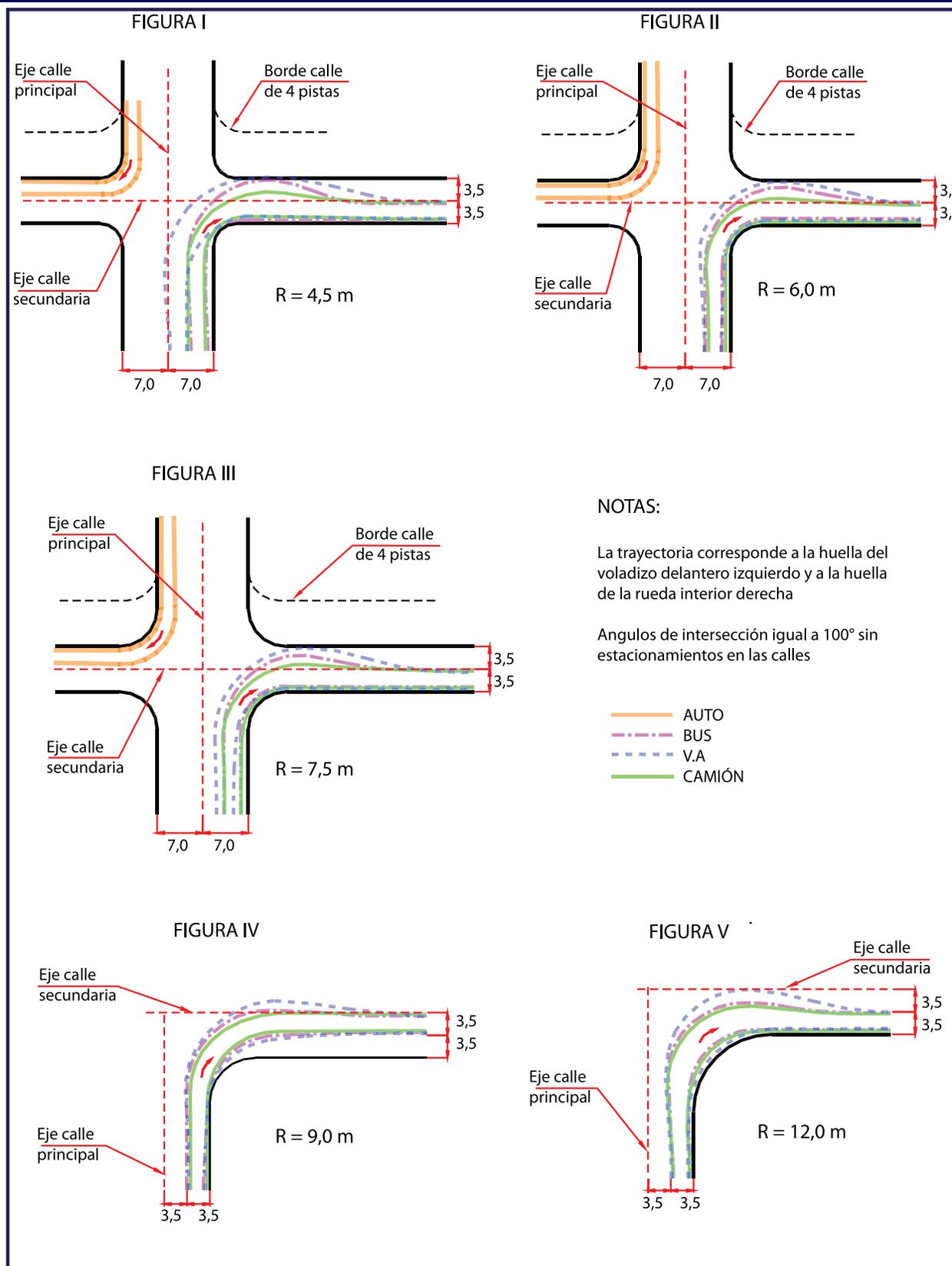


Fig. 6.02.102 (1) A  
 Trayectoria de Vehículos en Esquina

Zonas Vehiculares en Intersecciones

A continuación se trata separadamente cada uno de estos esquemas.

**(1) Radios Mínimos para Velocidades muy Bajas.** Una curva circular única de radio mínimo es aplicable como delimitadora de la vereda en calles donde no se desee promover velocidades de giro que pueden resultar inadecuadas a la actividad peatonal, o donde no existe espacio disponible para curvas más amplias, o donde no se desea reducir la superficie peatonal de la esquina como resultado de la ampliación de la curva, o simplemente como una forma de dificultar un giro que sería erróneo.

En este último caso se puede llegar a radios de giro de 1m. Radios de 1,5m y de 2,0m son aceptables en intersecciones locales donde el tránsito de vehículos mayores (C y VA) sean nulos o muy escasos y se desee incentivar maniobras lentas.

En la lámina 6.02.102 (1) A se muestra una intersección típica urbana, en ángulo recto y con el borde del pavimento (solera) resuelto mediante curvas de 4,5m, 6,0m, 7,5m, 9m y 12m. Allí se han dibujado las trayectorias del borde del parachoque más limitante (exterior) y de las ruedas interiores, para los tres vehículos considerados (L, C y VA). El proyectista deberá elegir el más adecuado en cada caso, en función del servicio que se desee prestar y del compromiso habitual entre costos y beneficios. En el monto de los primeros, en el caso urbano, suele ser definitiva la influencia de las expropiaciones. Los principales beneficios se derivan de las concomitancias que tiene sobre el servicio un aumento de la capacidad del dispositivo, particularmente en términos de la velocidad de operación. Esto, sin embargo, debe ser entendido como una generalidad que no significa desconsiderar los demás factores involucrados en el diseño vial urbano, resumidos en el Capítulo 2 del presente Volumen.

**(2) Radios Mínimos en Intersecciones sin Canalizar y  $V \leq 20$  km/h.** Este criterio supone un servicio algo mejor que los esquemas mínimos del acápite anterior. En la tabla 6.02.102 (2) A se entregan los radios de giro y retranqueo que deben utilizarse para curvas sencillas o de tres centros, en función del ángulo de giro. Se considera que un vehículo puede circular a 15 km/h sin salirse de sus pistas inicial y final, ni acercarse a menos de 0,3m del borde. Una velocidad algo más alta exige una aproximación mayor a dicho borde.

En la lámina 6.02.102 (2) A se muestra la resolución geométrica y analítica de la curva de tres centros simétrica.

Definición en Planta

**TABLA 6.02.102 (2) A**  
**TRAZADOS MINIMOS EN INTERSECCIONES SIN CANALIZAR Y  $V \leq 20$  KM/H**

VEHICULO TIPO	ANGULO DE GIRO	CURVA SENCILLA RADIO	CURVA COMPUESTA DE TRES CENTROS		ANGULO DE GIRO	CURVA COMPUESTA DE TRES CENTROS	
			RADIOS	RETRANQUEO		RADIOS	RETRANQUEO
	g	m	m	m	g	m	m
L	30	18,00	---	---	115	30 6 30	0,75
C		30,00	---	---		30 10,5 30	0,90
VA		60,00	---	---		45 12 45	1,95
L	50	15,00	---	---	130	30 6 30	0,60
C		22,00	---	---		30 9 30	1,50
VA		45,00	60 30 60	0,90		30 10,5 30	2,10
L	65	12,00	---	---	150	30 6 30	0,45
C		18,00	---	---		30 9 30	1,50
VA		---	60 22,5 60	1,05		36 9 36	2,40
L	85	10,50	30 7,5 30	0,60	165	22,5 5,4 22,5	0,60
C		16,50	36 13,5 36	0,60		30 9 30	1,50
VA		---	45 15 45	1,65		36 9 36	2,25
L	100	9,0	30 6 30	0,75	200	15 4,5 15	1,50
C		15,00	36 12 36	0,60		30 9 30	1,50
VA		---	45 15 45	1,50		36 7,5 36	3,30

L = primordialmente para vehículos ligeros; permite el giro ocasional de camiones, C, con restricción en el sobrancho del ramal.

C = adecuado para camiones; permite el giro ocasional de vehículos articulados con ligera ocupación de las pistas adyacentes de ambas carreteras.

VA = permite totalmente el giro de vehículos articulados, sin salirse de sus pistas de origen y destino.

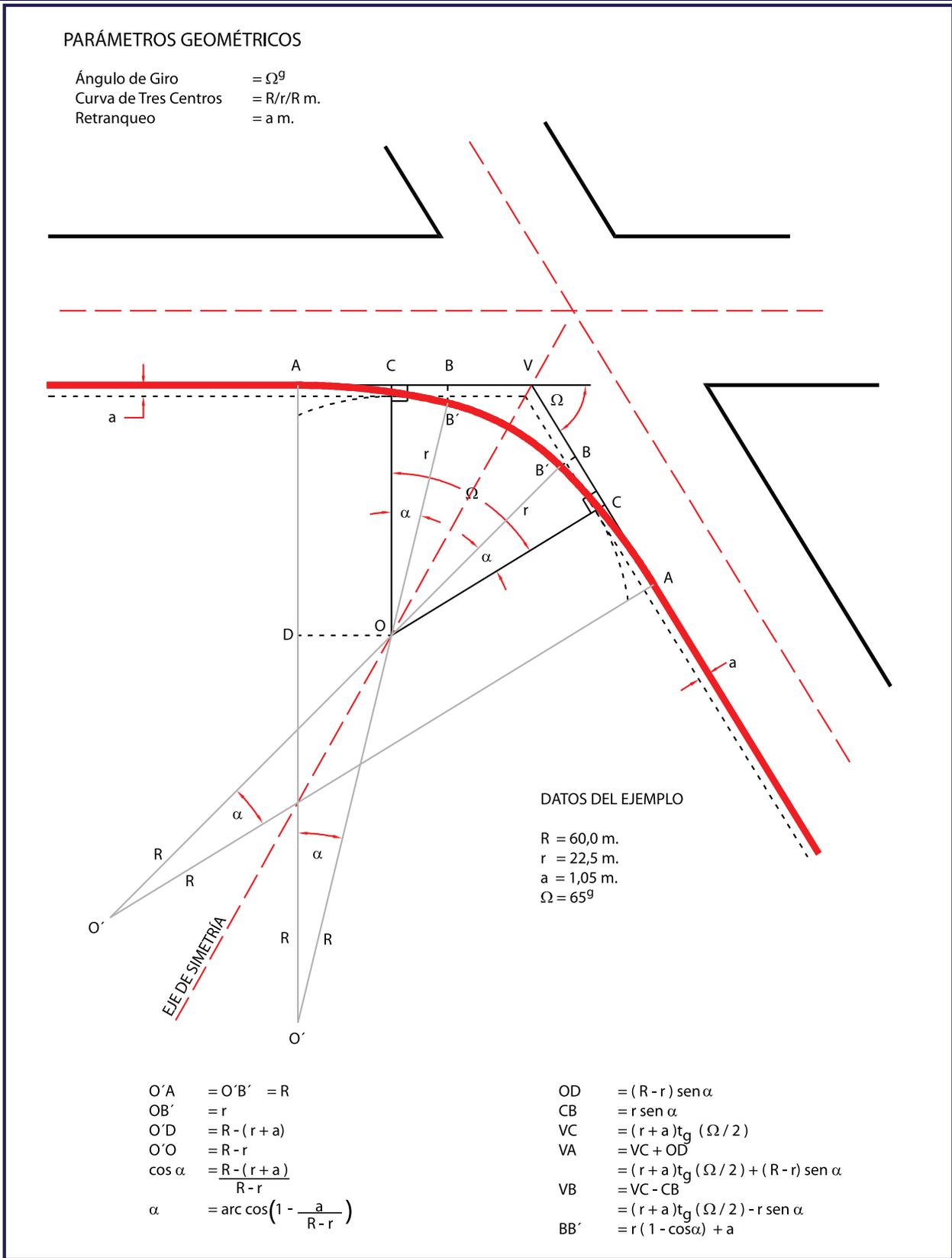


Fig 6.02.102(2) A  
 Curva de Tres Centros Simétrica

Definición en Planta

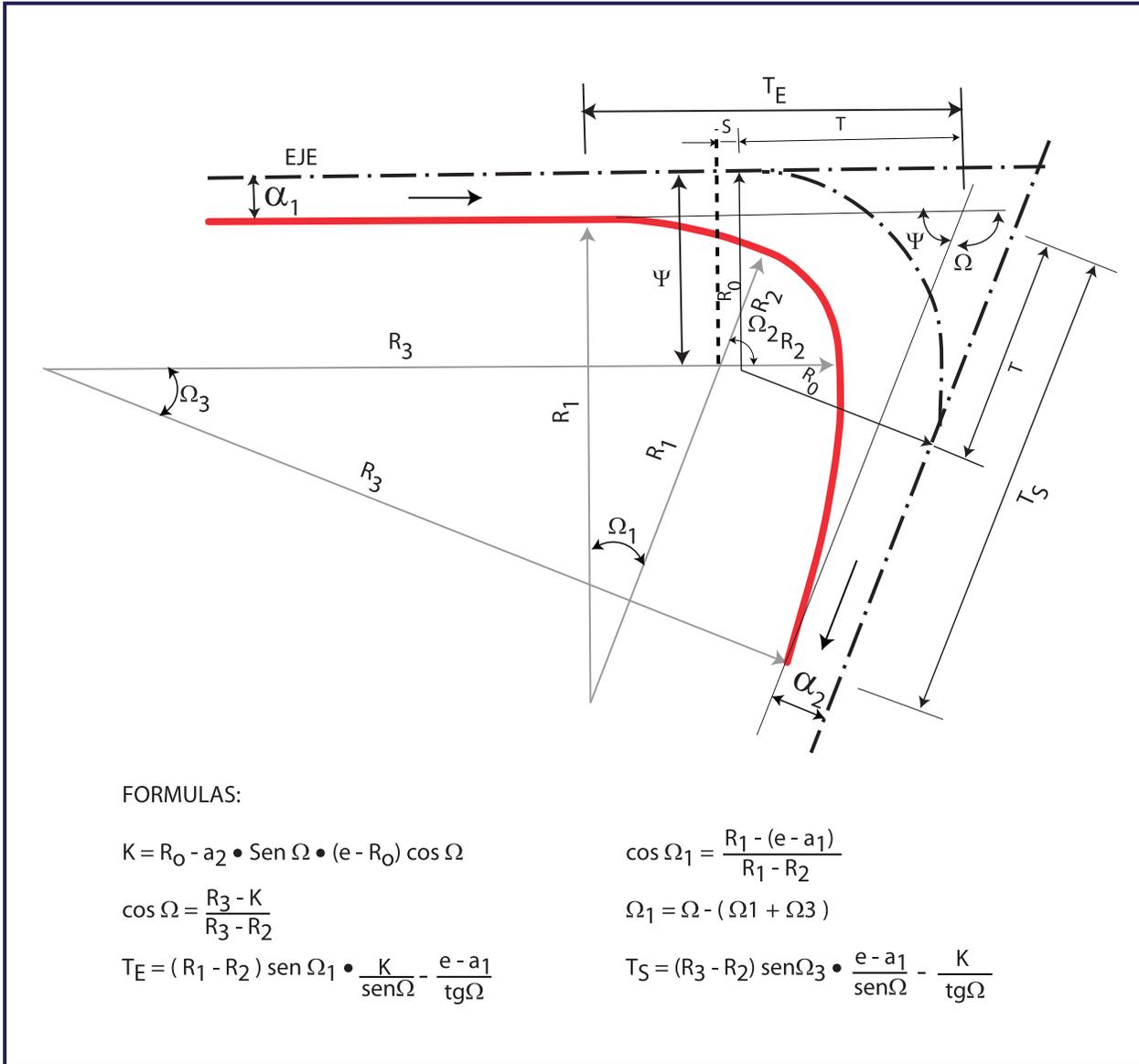


Fig 6.02.102(3) A  
Curva de Tres Centros Asimétrica

**(3) Radios Mínimos en Intersecciones Canalizadas y  $V > 20$  km/h.** Cuando se planea una intersección importante, en la cual interesa posibilitar velocidades superiores a 20 km/h, se tiene que las superficies involucradas aumentan considerablemente y que es necesaria, tanto para reducir los costos provenientes de la pavimentación de grandes áreas como para encauzar movimientos que de otra manera resultarían erráticos, la disposición de islas, generalmente triangulares, que además sirven como refugio peatonal (véase 3.01.6 y 6.02.109).

En estos casos, el eje auxiliar puede ser el borde derecho del ramal, en el sentido del avance de los vehículos, o el borde izquierdo del mismo.

En el primer caso, los radios mínimos, ya sea para curvas simples o de tres centros asimétricas, son aquellos cuyos valores se tabulan en 6.02.102 (3)A.

En la lámina 6.02.102 (3) A se ilustra la solución geométrica y analítica de la curva de tres centros asimétrica.

Si se quisiera diseñar ejes que definan el borde izquierdo del ramal (en el sentido de la marcha), los radios mínimos serán los que aparecen en el acápite 5.01.202 (3), pero ampliados en una magnitud igual al ancho del ramal, para compensar el hecho de ser el borde interior de la curva el que debe cumplir con las normas en cuestión.

Es preciso aclarar que el sistema de definir el borde izquierdo del ramal es particularmente cómodo si existen pistas de cambio de velocidad en paralelo (véase 6.02.106) asociadas al ramal. Si no las hay, o si existen pistas o cuñas de deceleración directas (véase 6.02.106 (3)), tal eje debe ser resuelto de manera que sea posible prolongar el borde derecho del ramal, hasta empalmar con el borde de las calzadas principales mediante rectas o curvas circulares estéticamente aceptables y que representen una guía óptica clara y continua.

Cuando se define el borde derecho del ramal, este problema no existe, siendo por ello preferido cuando no existen pistas en paralelo. La cuña queda determinada por la intersección del borde izquierdo del ramal, paralelo al eje, con el borde correspondiente de la calzada principal. Si se desea conferir a la cuña las longitudes estipuladas en 6.02.106 para cambiar de velocidad, será preciso efectuar algunos análisis y tanteos previos a la elección de los alineamientos, los cuales pueden llegar a ser complejos si hay clotoides involucradas.

El problema de los terminales será visto con más detalle en el párrafo 6.02.105.

## Definición en Planta

**TABLA 6.02.102 (3) A**  
**RADIOS MINIMOS EN INTERSECCIONES CANALIZADAS V > 20 KM/H**

RADIO DEL BORDE EXTERIOR DEL PAVIMENTO	ANGULO EN EL CENTRO	CURVA DE TRES CENTROS PARA EL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO				
		R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	e	s
R <sub>0</sub>	g	m	m	m	m	m
14 (2)	67 A 100 (1)	50	12.50	75	16.80	3.80
	100 A 200	30	8	60	13.40	1.20
	MAYOR DE 100	22	7	60	14.00	0.00
15 (2)	67 A 100 (1)	54	13.50	75	17.70	3.80
	100 A 200	36	9	60	14.40	1.30
	MAYOR DE 200	24	7.50	60	15.00	0.00
18	67 A 100 (1)	36	16	90	24.40	3.40
	100 A 233	36	12	90	17.50	0.40
	MAYOR DE 233	24	11.50	90	18.00	0.00
20	67 A 100 (1)	36	18	90	22.00	2.80
	100 A 200	36	15	90	19.90	0.70
	MAYOR DE 200	30	14	90	20.00	0.00
22.50	45 A 67	60	27	90	31.00	4.80
	67 A 233	36	17	90	22.10	0.40
	MAYOR DE 233	36	16.50	90	22.50	0.00
30	0 A 33	65	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	33 A 67	60	27	120	31.00	1.50
	MAYOR DE 67	36	25	120	30.00	0.00
45	0 A 28	90	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR DE 28	90	40.50	120	45.00	0.00
60 (3)	0 A 22	120	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR DE 22	120	56.00	120	60.00	0.00

(1) No se recomiendan radios menores de 22.50m para ángulos de menos de 67g o menores de 30m para ángulos de 45g porque resultan arcos de corta longitud.

(2) Los radios de 14 y 15m sólo se admiten para velocidad prácticamente nula si se prevén vehículos articulados; esta solución solamente se usará en casos críticos.

(3) Para cualquier radio entre 60 y 150m se utilizarán curvas concéntricas de radio interior 4m menos que el radio exterior, empleando curvas de transición.

**6.02.103 Curvas de Transición**

(1) **Clotoides.** El uso de espirales como curvas de transición es particularmente deseable en intersecciones, pues en éstas se magnifican las ventajas que ellas representan desde el punto de vista estético y operativo.

Las relaciones entre  $A$  y  $R$  son las que aparecen en las tablas del acápite 5.01.202 (3).

(2) **Curvas Circulares Compuestas.** También se puede pasar de una alineación cualquiera a otra de radio de curvatura inferior o superior usando una curva circular de radio intermedio.

Cuando este sistema es utilizado, debe asegurarse que la relación entre dos radios sucesivos no sea superior a 2 (dos), siendo preferible que el radio superior sea al inferior como 1,5 es a 1.

Además, la longitud de tales curvas debe ser suficiente para que los conductores las usen efectivamente para modificar su velocidad. Los valores mínimos y deseables para estas dimensiones se tabulan a continuación:

**TABLA 6.02.103 (2) A**  
**LONGITUDES (m) DE ARCOS CIRCULARES EN CURVAS COMPUESTAS CUANDO PRECEDIDAS POR UNA CURVA DE RADIO DOBLE O SEGUIDAS POR UNA CURVA DE LA MITAD DEL RADIO**

RADIO (m)	30	45	60	75	90	120	150 o más
MINIMO ABSOLUTO	12	15	18	24	30	36	42
MINIMO DESEABLE	18	21	27	36	42	54	60

**6.02.104 Ancho de Pavimento en Ramales.** El ancho del pavimento y las bermas en calzada de giro, está regulado por el volumen y composición del tránsito que por ella circula, así como el radio de la curva circular asociada al giro. Se describirán varias posibilidades de operación según la importancia del ramal.

Todas estas variables han dado motivo a estudios que parten de ciertos datos conocidos como: trayectoria mínima de los vehículos tipo, distancias libres deseadas a los bordes del pavimento y a otros vehículos, sobreancho por efecto de la velocidad, etc. Esto ha permitido tipificar los casos y tabular los anchos mínimos requeridos bajo cada combinación de factores. Los anchos necesarios para vehículos tipo L o C pueden calcularse matemáticamente, pero los necesarios para V.A. han debido estudiarse experimentalmente o mediante el empleo de modelos a escala.

Los tipos de operación que puedan considerarse en el ramal de giro, dan origen a una primera clasificación de tres posibilidades.

Caso I. Una pista con tránsito en un solo sentido, en que no se consulta la posibilidad de adelantar a un vehículo que se detenga.

Caso II. Una pista con tránsito en un solo sentido, diseñada de modo que sea posible adelantar a un vehículo detenido por emergencia a un costado de la pista.

Caso III. Dos pistas, ya sea para tránsito en uno o dos sentidos.

**Definición en Planta**

El caso I se reserva para ramales de giro de poca importancia, bajo volumen de tránsito y corta longitud. Al menos uno de los bordes del pavimento debe tener una berma que permita ser transitada en una emergencia; si hay soleras, una de ellas debe ser fácilmente montable.

El caso II consulta la posibilidad de adelantamiento a bajas velocidades con espacios libres entre vehículos restringido, pero manteniéndose ambos dentro de la pista de circulación. Esta hipótesis de diseño es adecuada tanto para bajos volúmenes de tránsito como para aquellos próximos a la capacidad del ramal.

El caso III se reserva para las situaciones en que el volumen de tránsito supera la capacidad de una sola pista o para el tránsito en doble sentido cuando así esté consultado.

La segunda clasificación dice relación con la composición del tránsito que utiliza el ramal, identificándola por medio de los vehículos tipo y la proporción en que intervienen.

Caso A. Predominan los vehículos ligeros L, considerando el paso eventual de camiones o buses – C -.

Caso B. La presencia de vehículos tipo C es superior al 5% y no sobrepasa el 25% del tránsito total. Eventualmente circulan vehículos articulados en muy baja proporción.

Caso C. Los vehículos tipo C son más del 25% del tránsito total y/o los vehículos articulados circulan normalmente por el ramal bajo consideración.

La tabla 6.02.104 A resume los anchos que deben adoptarse según sea la hipótesis combinada de tipo de operación y tránsito que corresponda, a partir de los casos antes enumerados. Se considera además el efecto del radio mínimo del ramal de giro, con sus velocidades máximas asociadas.

La parte inferior de la tabla indica las variaciones que pueden introducirse a los anchos base según sea las características del terreno adyacente al pavimento.

El cuadro que sigue indica a partir de qué vehículo tipo se calculó el ancho establecido en la tabla 6.02.104 A, que consulta los espacios adicionales necesarios para que las maniobras puedan realizarse con seguridad. En los casos en que aparecen dos letras, tales como L – C (Caso II-B), quiere decir que el automóvil tipo puede adelantar con la holgura necesaria a un camión estacionado al borde de la pista.

	A	B	C
Caso I	L	C	VA(15,2)
Caso II	L – C	L – C	C – C
Caso III	L – C	C – C	VA(15,2) – VA(15,2)

El cuadro que se presenta a continuación permite apreciar las maniobras que pueden realizar, en un caso extremo, los vehículos tipo que se indican, al elegir de la tabla 6.02.104 A un ancho dado por la combinación de hipótesis mencionadas.

Esta situación es en el límite de las posibilidades y requiere bajas velocidades y conductores experimentados.

	A	B	C
Caso I	VA(15,2)	VA(15,2)	VA(16,7)
Caso II	L – C	L – VA(15,2)	C – VA(15,2)
Caso III	C – VA(15,2)	VA(15,2) – VA(15,2)	VA(16,7) – VA(16,7)

Por ejemplo, en caso I – A se lee VA(15,2), que quiere decir que en el ancho indicado un vehículo articulado de 15,2 metros puede efectuar el giro sin saltarse de la pista, pero prácticamente sin huelga alguna entre la trayectoria de las ruedas y el borde del pavimento.

Caso II – B; se lee L – VA(15,2). Esto indica que un vehículo tipo L podrá adelantar a un vehículo tipo VA(15,2) que se encuentre estacionado al borde de la pista (o viceversa) siempre con huelga mínima entre un vehículo y otro y entre los bordes del pavimento.

**TABLA 6.02.104 A**  
**ANCHO DEL PAVIMENTO EN RAMALES**

R Radio del borde interior del pavimento (borde derecho en el sentido de avance) (m)	ANCHO DEL PAVIMENTO EN m, PARA								
	CASO I			CASO II			CASO III		
	UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO DE CIRCULACION SIN PERMITIR EL ADELANTAMIENTO			UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO CON PREVISION PARA ADELANTAR A UN VEHICULO MOMENTANEAMENTE PARADO			2 PISTAS DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION		
	CONDICIONES DEL TRAFICO								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	4,80	5,10	6,00	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	11,10
22,50	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,50	8,40	9,10	10,20
30	4,20	4,80	5,10	5,70	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90
45	3,90	4,50	4,80	5,40	6,00	6,90	7,80	8,70	9,30
60	3,90	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,80	8,40	8,70
90	3,50	4,50	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,40
120	3,50	4,00	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,40
150	3,50	4,00	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,10
Recta	3,50	4,00	4,00	4,70	5,40	6,00	6,50	7,00	7,00
SOLERAS Y BERMAS QUE MODIFICAN LOS ANCHOS ANTERIORES									
<b>SOLERA EN UNA LADO</b>	Añadir 0,30m			Sin modificación			Añadir 0,30m		
<b>ID. A LOS DOS LADOS</b>	Añadir 0,50m			Añadir 0,30m			Añadir 0,50m		
<b>BERMA ESTABILIZADA A UNO O AMBOS LADOS</b>	Sin modificación			Deducir ancho de la solera; ancho mínimo pavimento como en el caso 1			Deducir 0,60 donde la berma sea de 1,20m como mínimo		

Fuente: Recomendaciones para el proyecto de intersecciones. Dirección General de Carreteras, MOP, 1967, España.

## Definición en Planta

**6.02.105 Terminales Simples.** Uno de los puntos claves en el diseño de una intersección es aquél donde las calzadas de las vías que se interceptan, anteriormente limitadas según sus secciones tipo normales, se abren para permitir giros a la derecha, o allí donde dicha calzada recupera la sección normal, después de haber forzado el ingreso de los vehículos a la calzada correspondiente. Estos puntos reciben el nombre genérico de "terminales", pudiendo distinguirse los de entrada y salida, según sea la operación que sirven.

Además de esta división básica, es preciso distinguir los terminales en función del tipo de maniobra que se pretende que ellos puedan atender.

En efecto, terminal de salida puede ser diseñado para permitir el egreso de un vehículo a una cierta velocidad, pero sin exigirse un esquema que permita a dicho vehículo reducir la suya en una superficie ajena a la calzada principal; o sea sin una pista de deceleración propiamente tal. O bien, si el terminal es de entrada, éste puede ser diseñado sin la provisión de una superficie anexa a la calzada, apta para acelerar el vehículo hasta una velocidad compatible con la del flujo; o sea, sin una pista de aceleración.

En los diseños urbanos, estos tipos simples de terminales son los más utilizados. Primero, porque la baja velocidad de diseño no justifica pistas auxiliares; segundo, porque éstas últimas requieren de espacios mayores, y tercero, en el caso de las pistas de aceleración, porque tales pistas presentan, salvo en los casos de vías expresas, más riesgos que ventajas a la circulación, siendo preferible un esquema de terminal simple, con "PARE" o "CEDA EL PASO" en sus extremos.

Las pistas de cambio de velocidad serán abordadas en el párrafo siguiente. En las láminas 6.02.105 A y B se muestran varios tratamientos para terminales en los que se consideran velocidades de diseño para el giro de 30 y 40 km/h respectivamente.

Las figuras I muestran el esquema mínimo para dichas velocidades, consistentes en el empalme tangencial de los radios mínimos correspondientes (de tabla 5.01.202 (5)A, redondeado al múltiplo de 5 más cercano y suponiendo posible el desarrollo de peralte hasta alguno de los máximos posibles).

En las figuras II y III se intercalan clotoideas entre dichas curvas circulares; primero de parámetro mínimo y luego otro más generoso, que permiten la generación de una superficie  $a b c d$  adecuada para iniciar – y eventualmente completar si la magnitud de  $\underline{A}$  es suficiente – la transición del peralte. Esto se hace según el criterio expuesto en 6.02.108.

En las figuras IV se utilizan curvas circulares para la transición, con radios de curvatura que duplican los de la curva final, de acuerdo a lo expresado en 6.02.103 (2), y con desarrollos extraídos de la tabla 6.02.103 (2) A.

En las figuras V se utilizan dos curvas circulares sucesivas de transición, con radios  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  que están en la relación 1:1/2:1/4 y con desarrollos extraídos de la referida tabla.

Se aprecia que para cada tipo de esquema, a mayor valor del retranqueo  $\underline{\Delta}$ , mejor resulta el diseño para los efectos de conseguir un desarrollo cabal del peralte que corresponde al radio mínimo y más suave es la transición resultante. Por esto, deben considerarse preferibles los diseños del tipo III y V, evitarse los del tipo IV y II y usar sólo en casos extremos el del tipo I.

En estos esquemas se aprecia el retranqueo de las “narices” (véase 6.02.107), las cuales se reducen o eliminan en el caso de los terminales de entrada.

En la figura V se muestra, mediante línea punteada, la solución del caso que se plantea.

El diseño de un terminal, entonces, no concluye con la definición del eje del ramal correspondiente, sino con la completa definición de la zona, que incluye además el de la “punta” posterior o anterior al empalme mismo de dicho eje con el borde de la calzada principal. (Véase 6.02.108).

### 6.02.106 Pistas de Cambio de Velocidad

**(1) Aspectos Generales.** Cuando un conductor va a hacer un giro en una intersección, debe modificar su velocidad. Si se propone pasar de una vía a un ramal de giro, deberá disminuirla para adecuarla a las inferiores condiciones geométricas de este último, y si pretende acceder a un a de las vías, proveniente de un ramal de giro, puede ser preferible aumentarla para hacerla compatible con las condiciones de flujo de aquella.

Definición en Planta

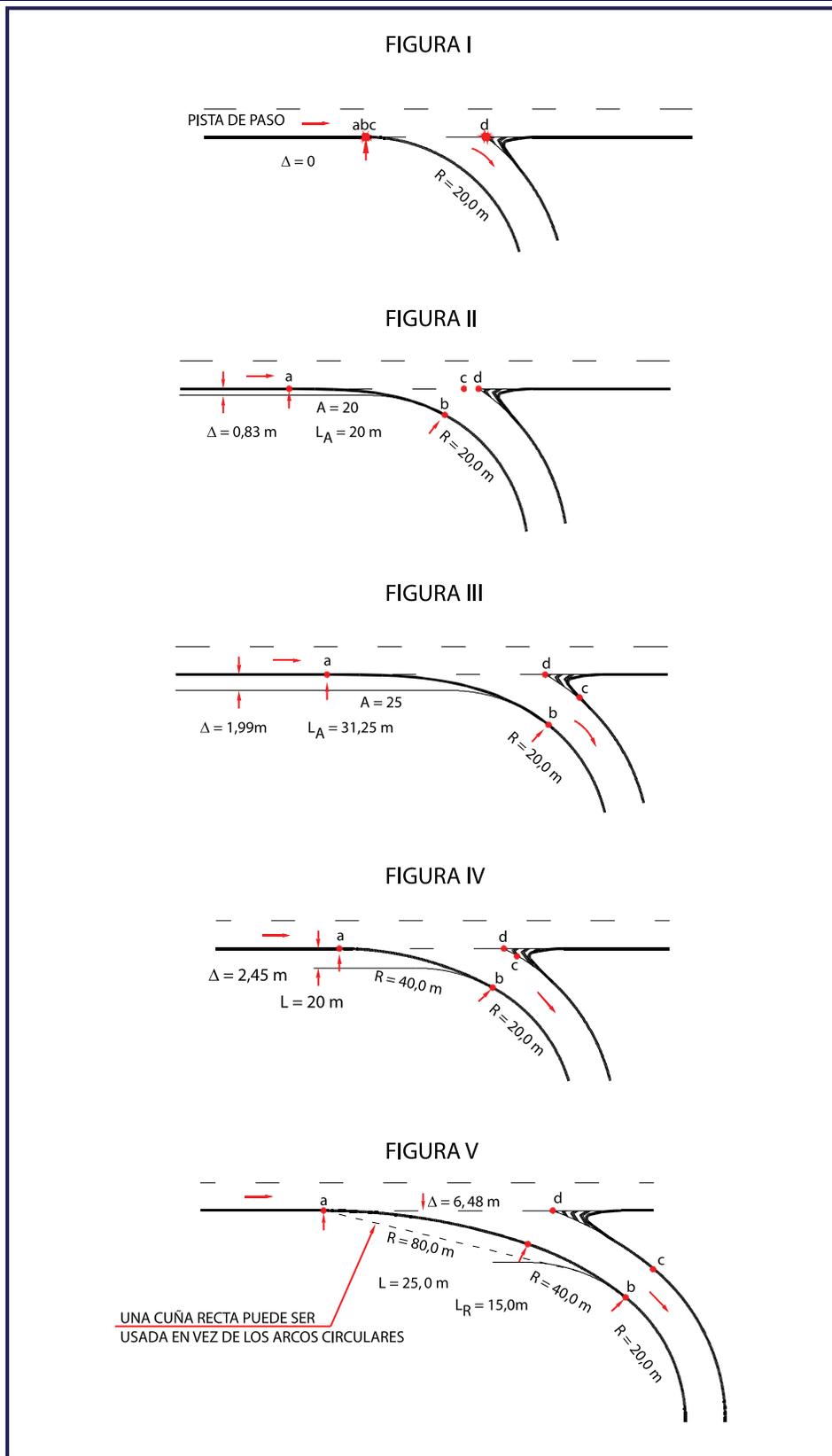


Fig. 6.02.105 A  
 Terminales Simples para  $V=30\text{km/h}$ .

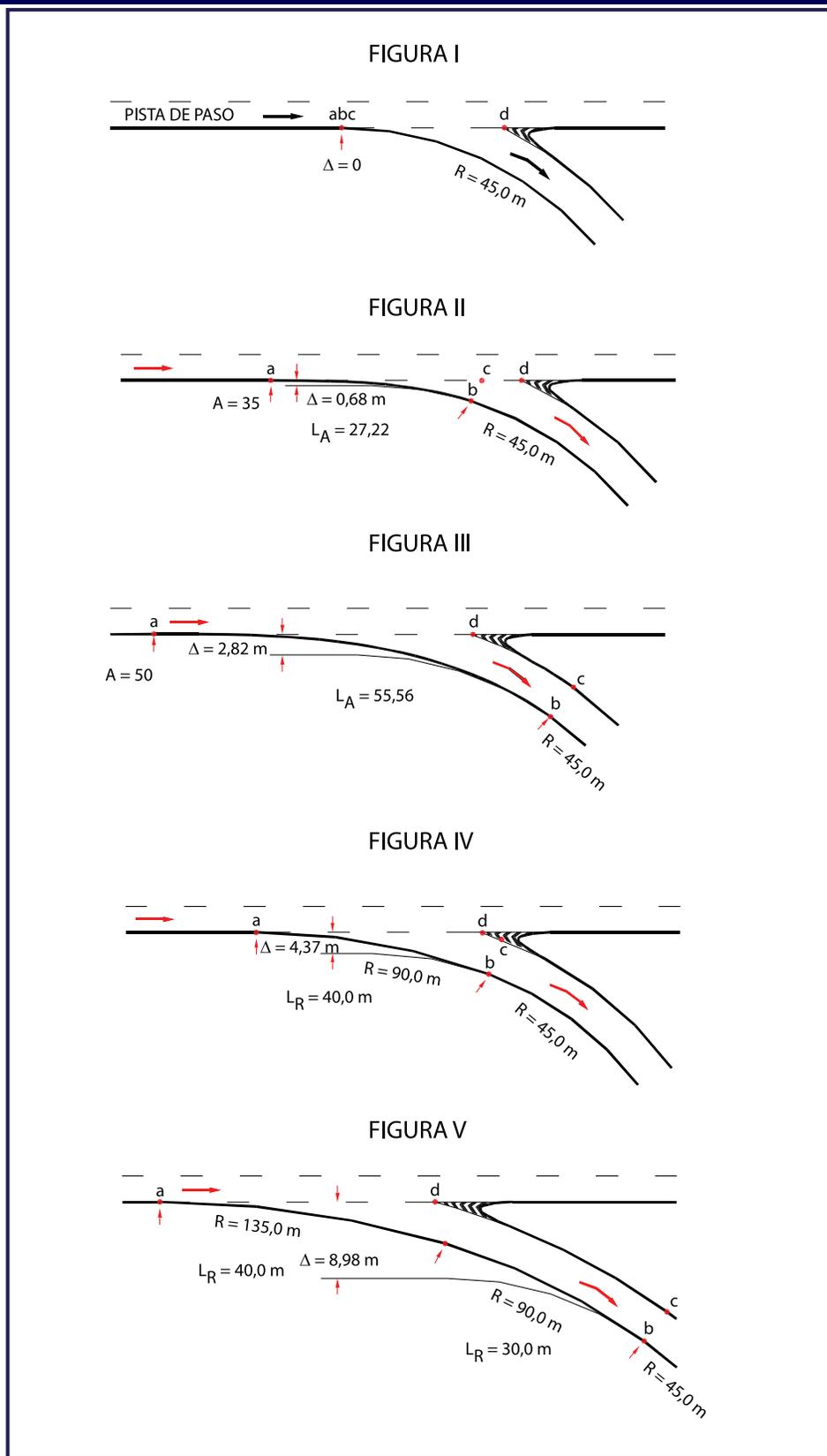


Fig. 6.02.105 B  
Terminales Simples para  $V=40\text{km/h}$ .

## Definición en Planta

Para que estas operaciones, inherentes a toda intersección, se desarrollen con un mínimo de perturbaciones, se pueden diseñar pistas de cambios de velocidad. Estas son pistas auxiliares, sensiblemente paralelas a las vías desde las cuales se pretende salir, o a las cuales se pretende entrar, y que permiten acomodar la velocidad según las conveniencias expuestas.

Según sus funciones, éstas reciben el nombre de Pistas de Aceleración o Pistas de Deceleración.

A pesar de estas características en común, es necesario abordar el tratamiento de unas y otras con enfoques teóricos distintos, puesto que la conducta del usuario, que es más o menos previsible para el caso de una pista de deceleración, lo es menos para una de aceleración, al requerir esta última una maniobra más compleja y peligrosa, y al estar dicha maniobra mucho más condicionada por las eventualidades del tránsito en la vía.

Dichos enfoques presentan algunas variaciones de un país o otro, pero en todo caso se reconoce que estos dispositivos son propios de carreteras más que de calles urbanas. En la ciudad, las pistas de cambio de velocidad son aplicables a vías expresas y ocasionalmente a alguna troncal, cuando ella tenga una velocidad de diseño superior a 65 km/h volúmenes de diseño altos (próximos a la capacidad), control parcial de accesos y características de la vialidad y propiedad circundante que lo permitan.

Desde el punto de vista de sus formas, las pistas de cambio de velocidad podrían agruparse en dos tipos: "en paralelo", cuando dicha pista discurre junto a la calzada de la vía, como si fuese una pista más de ella, hasta el momento de su separación o confluencia con la misma (láminas 6.02.106 (1) A, 6.02.106 (2) A, 6.02.106 (3) B y 6.02.106 (4) A); y "directa" cuando la pista incide o se desprende desde el borde de la vía de manera tal que dicho borde forma un ángulo con el borde izquierdo del ramal (en el sentido del avance de los vehículos) (Lámina 6.02.106 (3) A).

En este último caso se forma una cuña de pavimento en la zona del empalme cuya longitud puede ser bastante menor que la requerida para los efectos del cambio de velocidad, por lo que el resto de la pista debe desarrollarse en un tramo que es totalmente independiente de la vía, antes de iniciarse la curvatura limitante del ramal.

Estas alternativas presentan ventajas y desventajas según sea el tipo de maniobra que sirvan. Las pistas de tipo paralelo deberán ser preferidas para el caso de la aceleración, en el cual se desea una óptima retrovisión y la posibilidad de maniobrar (en curva-contracurva) para ingresar a la vía en cualquier momento en que se produzcan las condiciones adecuadas. Las pistas de tipo directo, en cambio, deberán preferirse en el caso de deceleración porque la maniobra de curva-contracurva no es tan natural y porque interesa clarificar la situación de salida mediante un diseño que "avise" al conductor la función de la pista que se le ofrece, que es la de cambiar definitivamente de rumbo. Esto último se será válido en el caso de las pistas de deceleración centrales, o sea, aquellas dispuestas entre las pistas de una vía, destinadas a detener y almacenar a los vehículos que giran a la izquierda. Tales pistas, por su posición, deberán ser paralelas.

No obstante estas recomendaciones, muchas circunstancias especiales pueden requerir otros diseños.

En la lámina 6.02.106 (1) A se muestran los tipo básicos de vías de deceleración y aceleración.

**(2) Pistas de Aceleración.** Estas pistas se preferirán, como ya se dijo, del tipo paralelo. En la lámina 6.02.106 (2) A se muestra un ejemplo de ellas, para el caso de la vía en recta. Si ésta va en curva, el caso es idéntico, teniendo en cuenta que podrían ser necesarios sobrecanchos de pista en función del radio de curvatura (véase 5.02.204 (6)).

Definición en Planta

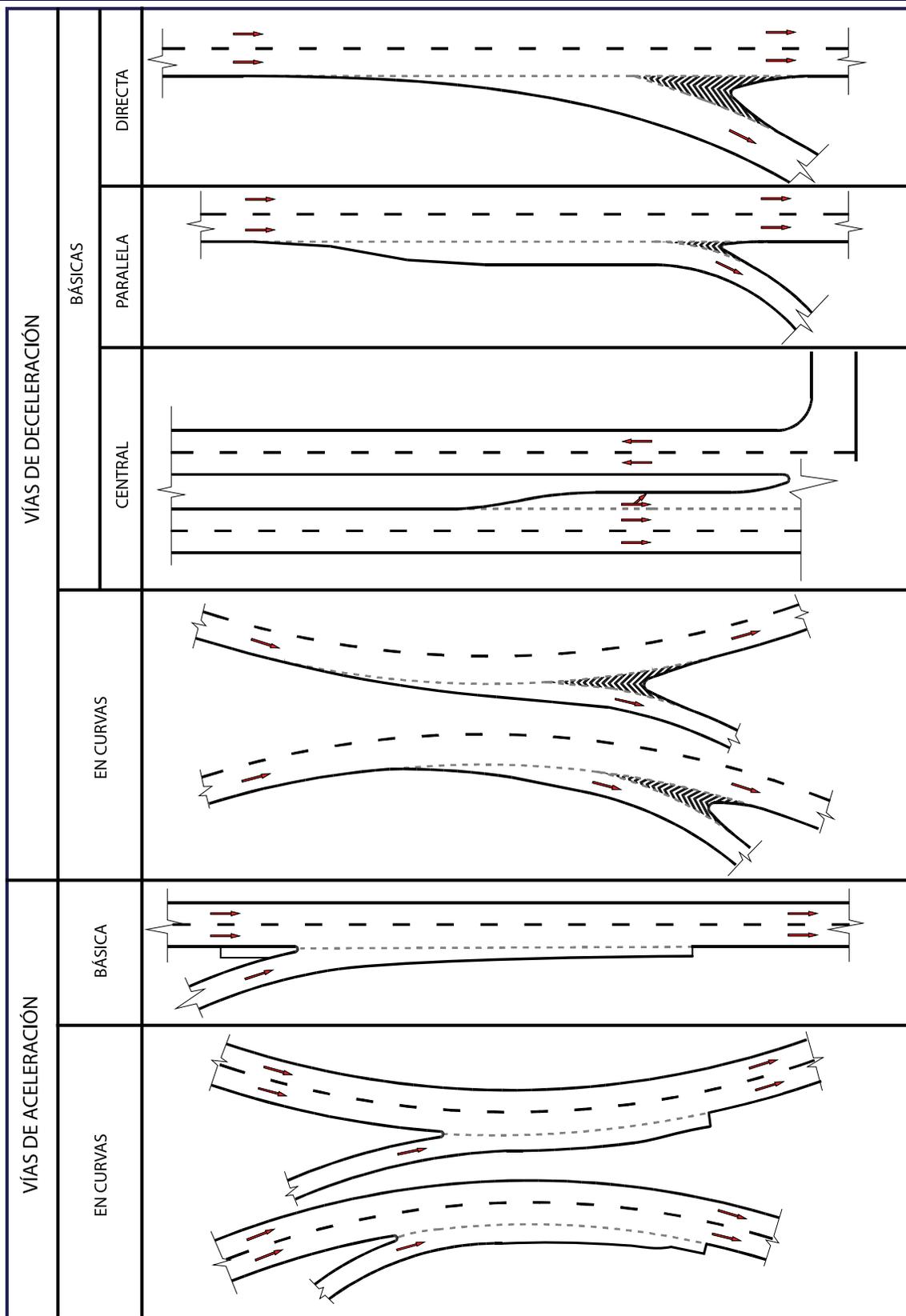


Fig. 6.02.106(1) A  
Tipos de Pistas de Cambio de Velocidad

Su longitud total ( $L_T$ ) es la suma de los largos de las zonas de aceleración propiamente tal y de transición o cuña.

$L_T$  se mide desde el punto de tangencia del borde izquierdo del ramal con el borde de la pista exterior de la calzada principal (punto A en la lámina 6.02.106 (2) A), en el caso de no existir curva de transición – circular o clotoidal – entre el radio limitante del ramal y el punto A. Si existe curva de transición,  $L_T$  se medirá desde el comienzo de la curva de transición, pero con una limitación práctica que surge de los requerimientos de visibilidad: el punto desde el cual se inicia la pista de aceleración no puede quedar más atrás del punto P (véase lámina), que es aquel en que la distancia entre los bordes adyacentes de las calzadas del ramal y de la vía ( $\overline{PP'}$ ) es de 3 metros. Esta disposición permite un ahorro constructivo y se justifica porque el usuario, en esa posición, puede discernir las condiciones de circulación existentes; además, está circulando por una curva que ya permite velocidades mayores que las de diseño del ramal. En la lámina aludida se muestra una pista de aceleración para el primero de los casos citados (sin curva de transición) en trazo lleno, y con línea de puntos se muestra la posición de la pista para el segundo ( $\widehat{AP}$  en curva de transición). Los puntos B y C, fin de la zona de aceleración y de la zona de cuña respectivamente, se desplazan en este último caso hasta B' y C', cumpliéndose que  $B'B = C'C = \widehat{PA}$ .

La tabla 6.02.106 (2) A presenta los valores de  $L_T$  en función de las velocidades de diseño de los ramales y de la vía. Los valores de  $L_C$  son fijos para velocidades iguales o inferiores a 80 km (50m) y para velocidades superiores a ésta (75m).

**TABLA 6.02.106 (2) A**  
**LONGITUDES DE PISTAS DE ACCELERACION ENTRE RAMAL Y VIA**  
 $L_A = L_T - L_C$  ( $i = 0$ )

$V_C$ (km/h)	$L_C$ (m)	$V_r = 0$ (km/h)	$V_r = 30$ (km/h)	$V_r = 40$ (km/h)	$V_r = 50$ (km/h)	$V_r = 60$ (km/h)	$V_r = 70$ (km/h)	$V_r = 80$ (km/h)	$V_r = 90$ (km/h)
70	50	100	75	50					
80	50	150	120	100	80				
90	75	240	200	180	140	100			
100	75	300	275	250	220	170	140		

Los valores  $L_T$  y  $L_A$  son válidos para inclinaciones longitudinales ( $i$ ) comprendidas entre +3% y – 3%, debiendo corregirse si éstas exceden dichos valores límites. En la tabla 6.02.106 (2) B se entregan los factores que relacionan la longitud en pendiente ( $\pm$ ) con la longitud en horizontal. En el caso de pendientes negativas, las correcciones sólo se hacen cuando se da el raro caso de una condición de parada previa al inicio de la pista de aceleración, puesto que en este caso se supone que el vehículo parte cuando tiene planificada su maniobra, que consiste solamente en acelerar. En cambio, si el vehículo marcha a la velocidad  $V_r$ , se impone el criterio de proveer al conductor de suficiente tiempo para adecuar su marcha a las circunstancias de su ingreso a la vía, lo cual supone no reducir la longitud de las pistas más allá de lo que ya han sido reducidas en relación a los valores rurales.

Definición en Planta

Las correcciones por pendiente se calculan sobre el total del valor  $L_T$  de la tabla 6.02.106 (2) A, pero la longitud adicional o la que haya que deducir, como resultado de la aplicación de los coeficientes que correspondan al caso, afectan sólo a la dimensión  $L_A$ , permaneciendo  $L_C$  fijo.

Si  $L_T$  es menor que  $L_C$ , vale como mínimo  $L_C$ .

**TABLA 6.02.106 (2) B**  
**RELACION DE LONGITUD ENTRE VIAS EN PENDIENTE Y EN HORIZONTAL**

FACTORES DE CORRECCION DE $L_T$ (1) EN PISTAS DE ACELERACION, PARA VELOCIDADES DE DISEÑO DE LA VIA (V) DE:							
70 km/h		80 km/h		90 km/h		100 km/h	
<b>CASO PENDIENTE DE SUBIDA DE: (%)</b>							
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6
1,30	1,50	1,30	1,60	1,35	1,70	1,40	1,90
<b>CASO PENDIENTE DE BAJADA, SI <math>V_r = 0</math> (3), DE:</b>							
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6
0,5	0,5	0,75	0,65	0,90	0,80	1,00	1,00

- (1) Factores se aplican a  $L_T$ , pero afectan a  $L_A$ ;  $L_C = C_{TE}$
- (2)  $L_T$  Máximo = 300m
- (3) Si  $V_r > 0$  no hay reducciones

En la lámina 6.02.106 (2) A se muestran los puntos singulares de las pistas de aceleración en los que se deben tener anchos de pavimentos normalizados.

En C se tiene el ancho final de la cuña  $\underline{c}$  que deberá ser de 1m; esto con el fin de hacer utilizable la zona de cuña en una extensión mayor y para evitar roturas de la misma en el caso de pavimentos rígidos, debido a su menor sección. Esto sucede frecuentemente dado que su construcción se ejecuta generalmente después de la calzada principal. Si el pavimento queda confinado por soleras,  $\underline{c}$  puede ser nulo.

En el punto B, inicio de la cuña y final de la zona de aceleración, se debe tener el ancho total de la pista  $\underline{b}$ . Normalmente, en recta, este ancho es de 3,5m ( $b_o$ ), pudiendo rebajarse a  $b_o = 3,0m$  si el tránsito en el ramal es de poca importancia. Si la pista fuera proyectada en una curva que requiera un sobrecancho E,  $b = b_o + E$  coincide con  $\underline{b}$ .

La transición del borde de la cuña, desde  $c = 1m$  hasta  $\underline{b}$  se hace mediante una curva compuesta de transición. El valor del ancho variable y, en función de la distancia  $x$  desde el comienzo de la transición (B o B'), se obtiene de la tabla incluida en la lámina, multiplicando la diferencia de anchos ( $b - c$ ) por el factor "F" indicado.

En el punto de tangencia A, que puede ser o no el comienzo de la zona de aceleración, según lo ya dicho, se debe tener un ancho  $\underline{a}$  que depende de las características del ramal. Si no existen curvas de acuerdo entre la zona de aceleración y la curva circular propia de ramal (o sea, que en A empalma tangencialmente la curva cuyo radio define la velocidad de diseño del ramal, lo que hace que  $L_T$  se mida a partir de este punto), entonces  $\underline{a}$  debe ser el ancho de pavimento que corresponde a dicho

radio, según la tabla 6.02.104 A, preferiblemente caso I. Si este valor de  $\underline{a}$  es superior a  $\underline{b}$  – lo que generalmente ocurrirá– la disminución (a-b) se consigue teniendo en cuenta este hecho en el momento de la definición del borde derecho del ramal (en el sentido del avance de los vehículos), e imponiéndose las condiciones de tenerse el ancho  $\underline{a}$  en AA' y el ancho  $\underline{b}$  en una distancia de A (hacia B) que no sea superior a 20 veces el valor (a-b). Si la zona de aceleración fuera de longitud nula, dicho trazado del borde derecho empalmaría tangencialmente en A' con una separación  $\underline{a}$  de tal modo de poder continuarse la cuña a partir del mismo punto.

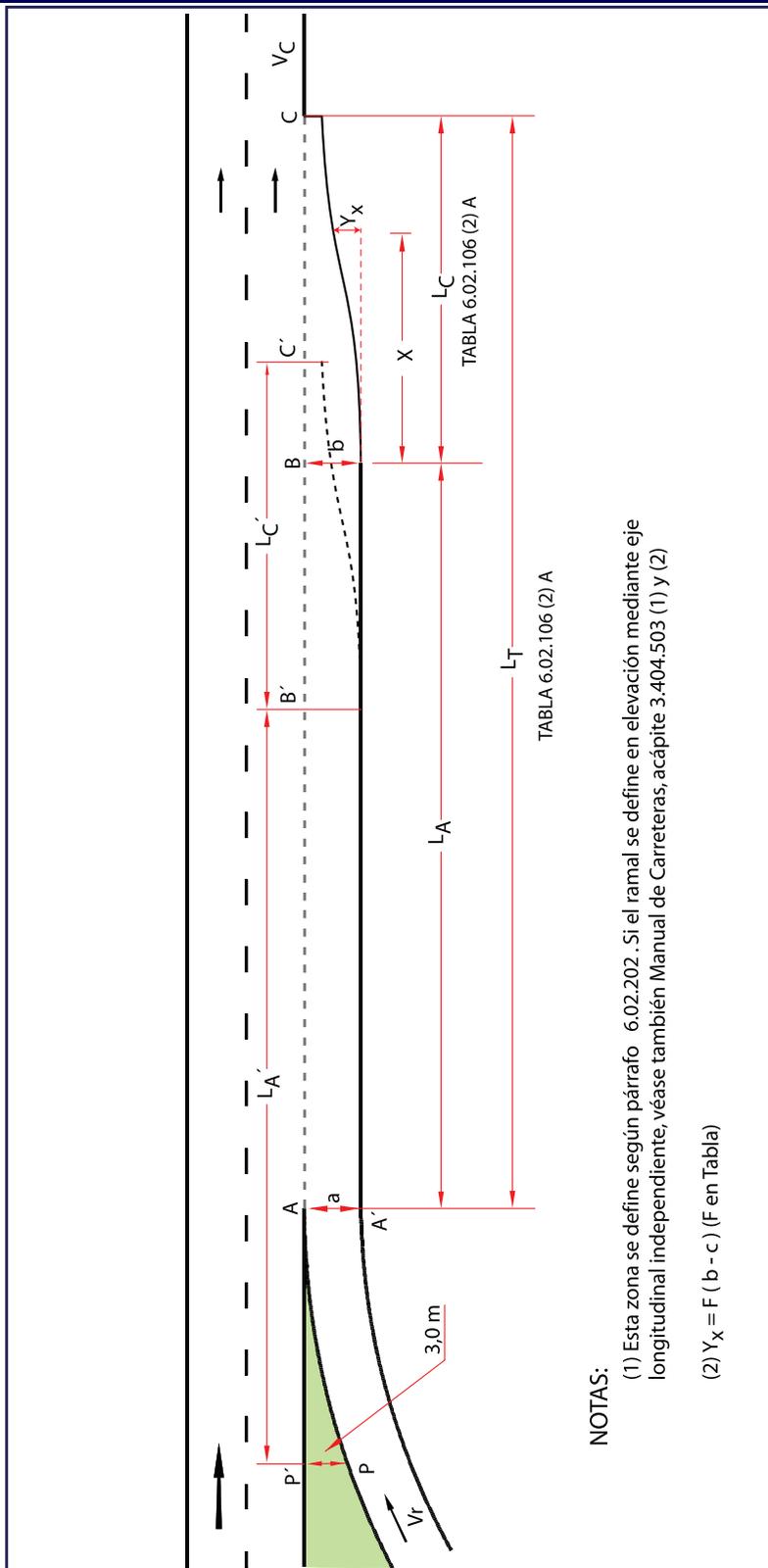
Si en A termina una curva circular, de acuerdo entre la curva característica del ramal y este punto de empalme,  $\underline{a}$  debe ser el ancho que corresponde al valor del radio de curvatura de dicha curva de acuerdo según la referida tabla 6.02.104 A. Este ancho  $\underline{a}$  será superior a  $\underline{b}$  por lo general, y la transición desde  $\underline{b}$  a  $\underline{a}$  se hará igual que en el caso anterior.

Se debe tener en cuenta que puede ser necesaria, además, una transición desde el ancho del ramal, en su zona de curvatura máxima, al ancho de la curva circular de acuerdo, o que, si se estuviere en el caso II de la tabla 6.02.104 A, podría precisarse una transición desde su ancho correspondiente hasta el ancho del caso I.

Si en A termina una clotoide de transición,  $\underline{a} = \underline{b}$  y el aumento de ancho entre A y el primer punto de curvatura máxima del ramal, que se producirá al comienzo de dicha clotoide, se logra linealmente a lo largo de esta última.

Si  $L_A = 0$ ,  $\underline{a}$  coincide con  $\underline{b}$ .

Definición en Planta



NOTAS:

(1) Esta zona se define según párrafo 6.02.202. Si el ramal se define en elevación mediante eje longitudinal independiente, véase también Manual de Carreteras, acápite 3.404.503 (1) y (2)

(2)  $Y_x = F (b - c)$  (F en Tabla)

Fig. 6.02.106(2) A  
Tipos de Pistas de Aceleración

Velocidad de Diseño (km/h)	Largo de Cuña (L <sub>c</sub> ) (m)	DISTANCIAS "X" DESDE EL PUNTO B O B' (m)														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
		VALORE DE F PARA EL CÁLCULO DE Y <sub>x</sub> = [Yx = F (b - c)]														
70 - 80	50	0,0127	0,0629	0,1656	0,3190	0,5000	0,6810	0,8344	0,9371	0,9873	1,0000					
90 - 100	75	0,0053	0,0245	0,0629	0,1252	0,2129	0,3190	0,4382	0,5618	0,6810	0,7881	0,8748	0,9371	0,9755	0,9947	1,0000

**(3) Pistas de Deceleración.** En las láminas 6.02.106 (3) A y B se determinan los tipos de pista de deceleración que contempla el presente Manual, distinguiéndose dos tratamientos distintos según las características geométricas del ramal.

a) *Caso I (existe curva de acuerdo de longitud ≥ que L<sub>D</sub>).* Este primer caso (lámina 6.02.106 (3) A) es el de la geometría considerada mejor para estos dispositivos, o sea, cuando se puede hacer incidir el ramal sobre la carretera con un ángulo (θ) que haga claramente perceptible su función.

En este caso, dicho ángulo θ es el que sustienen las tangentes de los bordes de calzada del ramal y de la carretera en su punto común B. Cuando el trazado de los ramales no corresponda al caso de los mínimos absolutos, se debe cuidar que θ no exceda los valores de la tabla 6.01.106 (3) A.

**TABLA 6.02.106 (3) A**  
**ANGULO θ DE INCIDENCIA DE PISTA DE DECELERACION SEGUN V**

V (km/h)	< 60	60	70	80	90	100
θ (g)	12,0	10,0	9,0	6,0	5,5	5,0

Si el eje de definición geométrica es el borde derecho del ramal (en el sentido de avance de los vehículos, AB' será parte de una alineación (recta, curva circular o clotoide) que cumpla que  $AB \approx AB' = L_c$  (largo de la cuña)); que produzca en B' una separación del borde de la carretera ( $\overline{B'B}$ ) igual al ancho inicial y mínimo de la pista de deceleración; que θ sea igual o inferior al valor que le corresponda según la tabla aludida y, en lo posible, que se produzca tangencia en A. Si el eje de definición es el borde izquierdo del ramal, lo que facilita la definición en elevación una vez cumplido el requisito para θ, debe definirse el borde derecho, entre B' y A, mediante un trazado continuo que se adapte a la marcha de los vehículos (arco de círculo, recta, clotoide o combinaciones de ellas, tangentes en B' con el borde derecho, a la distancia  $\underline{a}$  del eje, y en lo posible con el borde de la calzada de paso en el punto A). La longitud total de una pista de deceleración (L<sub>T</sub>) es la suma de dos longitudes: L<sub>c</sub> y L<sub>D</sub>.

L<sub>c</sub> es el largo de la cuña o zona de transición ( $AB \cong AB'$  en la figura), que depende de la Velocidad de Diseño y cuyos valores son los que aparecen en la tabla 6.02.106 (3) B.

**TABLA 6.02.106 (3) B**  
**L<sub>c</sub> SEGUN V**

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
L <sub>c</sub> (m) *	20	30	40	50	60	70	80

\* Valores de L<sub>c</sub> para V < 70 km/h corresponden a pistas centrales

Definición en Planta

Para fines del cálculo de la longitud de deceleración  $L_D$ , se supone que al final de la zona de cuña (BB'), el vehículo que usa este dispositivo de cambio de velocidad ha disminuido la suya hasta una fracción de  $V$  ( $F_V$ ), que aparece, en función de la misma  $V_C$ , en la tabla 6.02.106 (3) C. Los valores de  $F_V$  disminuyen a medida que aumenta la velocidad de la vía, en parte porque  $L_C$  es mayor y en parte porque cualquier maniobra de deceleración, sea ésta hecha aún dentro de la calzada principal o una vez dentro de la cuña, produce efectos mayores (y no lineales) en la medida que dicha velocidad inicial aumenta.

**TABLA 6.02.106 (3) C**  
 **$F_V$  SEGUN  $V$**

$V$ (km/H)	70	80	90	100
$F_V$	0,65	0,64	0,63	0,62

$L_D$  se calcula a partir de la expresión:

$$L_D = \frac{(F_V \times V)^2 - V_r^2}{26 (d + i/10)}$$

$F_V$  es la fracción de la tabla 6.02.106 (3) C,  $V$  y  $V_r$  son las velocidades de diseño (km/h) de la vía del ramal, respectivamente;  $\frac{d}{2}$  es el valor de la deceleración media, que en este caso se hace igual a 2 m/s<sup>2</sup> e  $i$  es la inclinación de la pista en % (positiva de subida y negativa de bajada).

Los valores  $L_D$  se grafican en las láminas 6.02.106 (3) C y D, para las Velocidades Específicas de carretera que van desde 70 km/h hasta 100 km/h, considerando distintas velocidades de diseño en los ramales, y en función de las inclinaciones longitudinales de las pistas.

$L_D$ , en este caso, se mide desde BB' hasta CC'. Se observa que esta dimensión BC ( $\cong$  B'C'), en el caso más afinado, será igual a BD ( $\cong$  B'D'), que es el largo de la curva de acuerdo. En efecto, al final de la pista de deceleración (CC') ya se puede tener la velocidad correspondiente a la curvatura limitante del ramal. Se hace notar también que el radio de una curva circular de acuerdo debe ser compatible con la velocidad en BB' ( $F_V \times V$ ) en caso de ser ésta preferida a una clotoide.

En la lámina 6.02.106 (3) A se muestran los puntos singulares de estas pistas en los que se deben tener anchos de pavimentos normalizados.

Si B'C' (o BC) es parte de una clotoide,  $a = 3,50m$ .

Si BC es una curva circular de acuerdo que requiere un sobrecosto  $E_1$ ,  $a = 3,50 + E_1$ .

En DD' se debe tener el ancho de ramal que corresponda según la tabla 6.02.104 A. Los aumentos de ancho  $E_2$ , con respecto a  $a$  se dan a lo largo de la curva de acuerdo.

b) *Caso II (la curva de acuerdo es menor que LD o no existe.* Este caso obliga a una pista de deceleración en paralelo y se produce frecuentemente por las limitaciones de espacio que condicionan a estos diseños.

Si se proyecta una pista de deceleración de este tipo,  $\theta \approx 0$ . Esto significa que el ramal debe empalmar tangencialmente con el borde de la calzada de paso (punto C en la lámina 6.02.106 (3) B).

La cuña es igual que en el Caso I, sólo que ahora se inicia con un ancho de 1 metro, con el fin de compensar el efecto de la maniobra de curva-contracurva, que por lo general hace desaprovechar la zona de cuña, y para hacer más visible dicho inicio. El borde derecho se define igual que para el caso de la pista de aceleración, según los valores de la tabla incluida en la lámina 6.02.106 (3) B, considerando en B un ancho  $b = b_0 + E_1$  ( $E_1$  de 5.02.204 (6), si procede). Los valores de  $L_C$ , así como los de  $L_D$ , son los que aparecen en la tabla 6.02.106 (3) B, y en las láminas 6.02.106 (3) C y D, respectivamente, pues son los mismos que para el primer caso.

Ahora, la longitud  $BC = \widehat{B'C}$ , o  $BC \cong \widehat{B'C}$  en caso de curva, que se desarrolla en paralelo a la vía, será necesaria para conseguir una longitud  $L_D$  antes del inicio de la curva limitante del ramal (DD'). Se observará que si no existe curva de acuerdo, la totalidad de la pista de deceleración transcurrirá en paralelo.

Si  $\widehat{C'D'}$  (o  $\widehat{CD}$ ) es una clotoide,  $a = b = 3,50\text{m} (+E_1)$ , y la transición de ancho requerida para llegar al valor  $d$ , ancho propio de la curvatura del ramal (tabla 6.02.104 A) se hace a lo largo de dicha clotoide progresivamente.

Si  $\widehat{C'D'}$  (o  $\widehat{CD}$ ) es una curva circular de acuerdo que requiere un sobrecosto  $E_2$ ,  $a = b + E_2$  y el aumento de ancho se confiere haciendo las mismas consideraciones expuestas para el caso de la pista de aceleración en similares condiciones de trazado. (6.02.106 (2)).

**(4) Pistas Centrales de Deceleración y Espera.** También se pueden diseñar pistas de deceleración para vehículos que giran a la izquierda desde las vías principales. Estas pistas se sitúan, por lo general, en el centro de la vía, entra las pistas de ella. Si la mediana tiene 4 o más metros de ancho será posible diseñar vías de deceleración central aprovechando este espacio sin necesidad de ensanches especiales en la carretera. El ancho mínimo de la mediana será 5,5m si se requieren refugios peatonales.

Definición en Planta

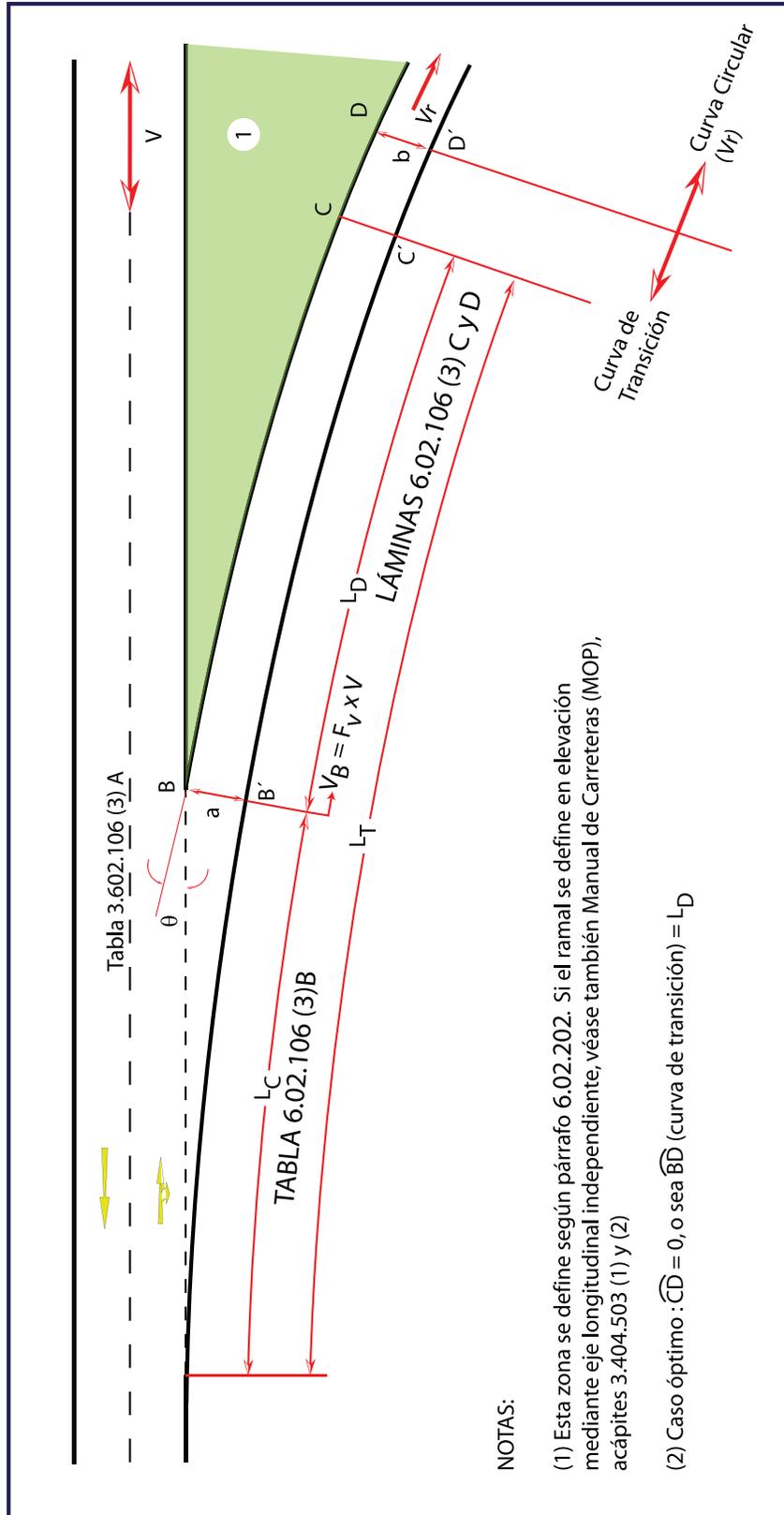


Fig 6.02.106(3)A  
Pista de Deceleración Tipo Directa

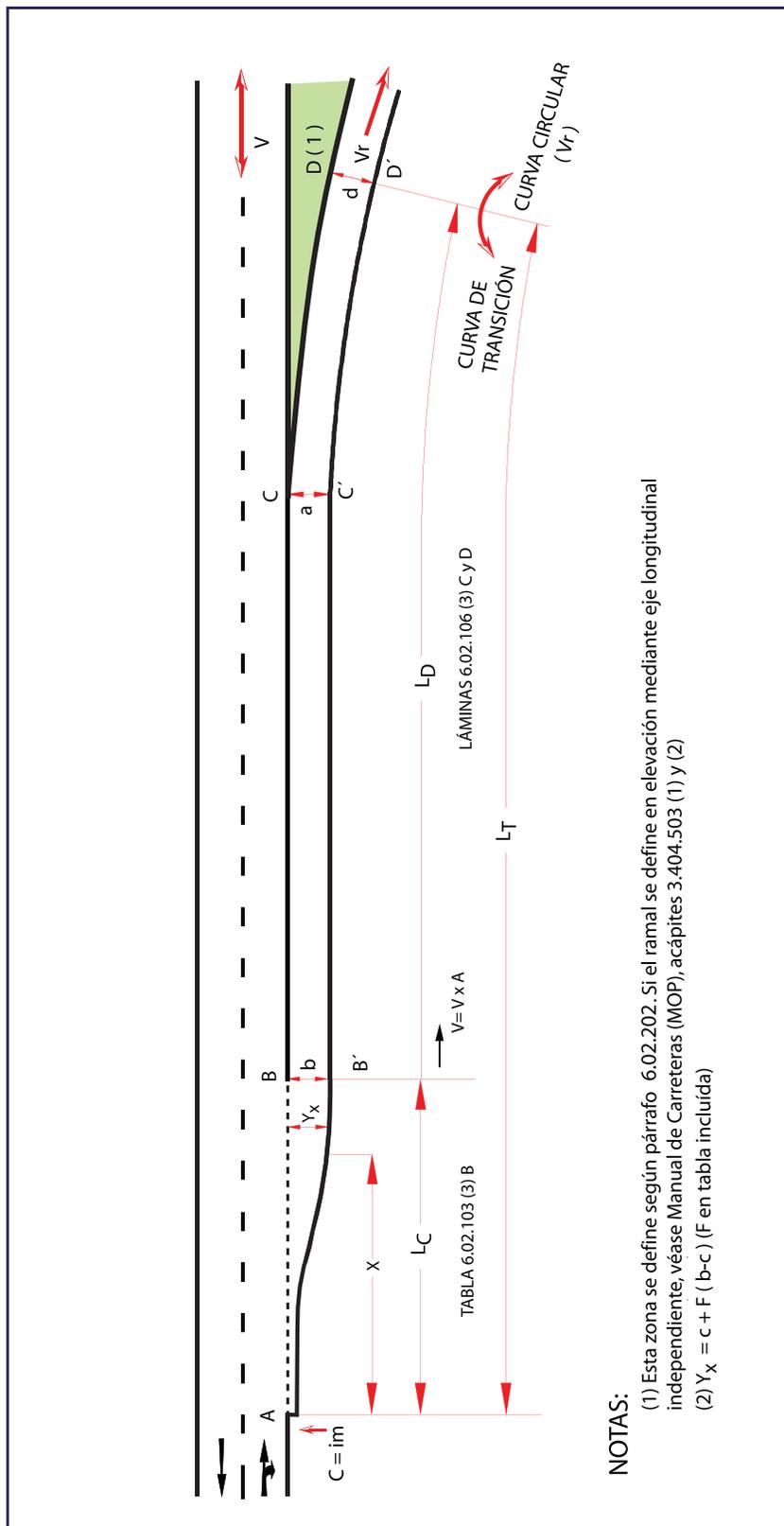


Fig 6.02.106(3)B  
Pista de Deceleración Tipo Directa

Definición en Planta

Velocidad de Diseño (km/h)	Largo de Cuña (L <sub>c</sub> ) (m)	DISTANCIAS "X" DESDE EL PUNTO A (m)															
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
		VALORE DE F PARA EL CÁLCULO DE $Y = C + Fx$ (b-c) A DISTANCIAS X DESDE EL PUNTO A															
70	50	0.0127	0.0629	0.1656	0.3190	0.5000	0.6810	0.8344	0.9371	0.9873	1.0000						
80	60	0.0086	0.0411	0.1073	0.2119	0.3481	0.5000	0.6519	0.7881	0.8927	0.9589	0.9914	1.0000				
90	70	0.0061	0.0287	0.0742	0.1474	0.2481	0.3691	0.5000	0.6309	0.7519	0.8526	0.9258	0.9713	0.9939	1.0000		
100	80	0.0046	0.0211	0.0540	0.1073	0.1822	0.2771	0.3851	0.5000	0.6149	0.7229	0.8178	0.8927	0.9460	0.9789	0.8854	1.0000

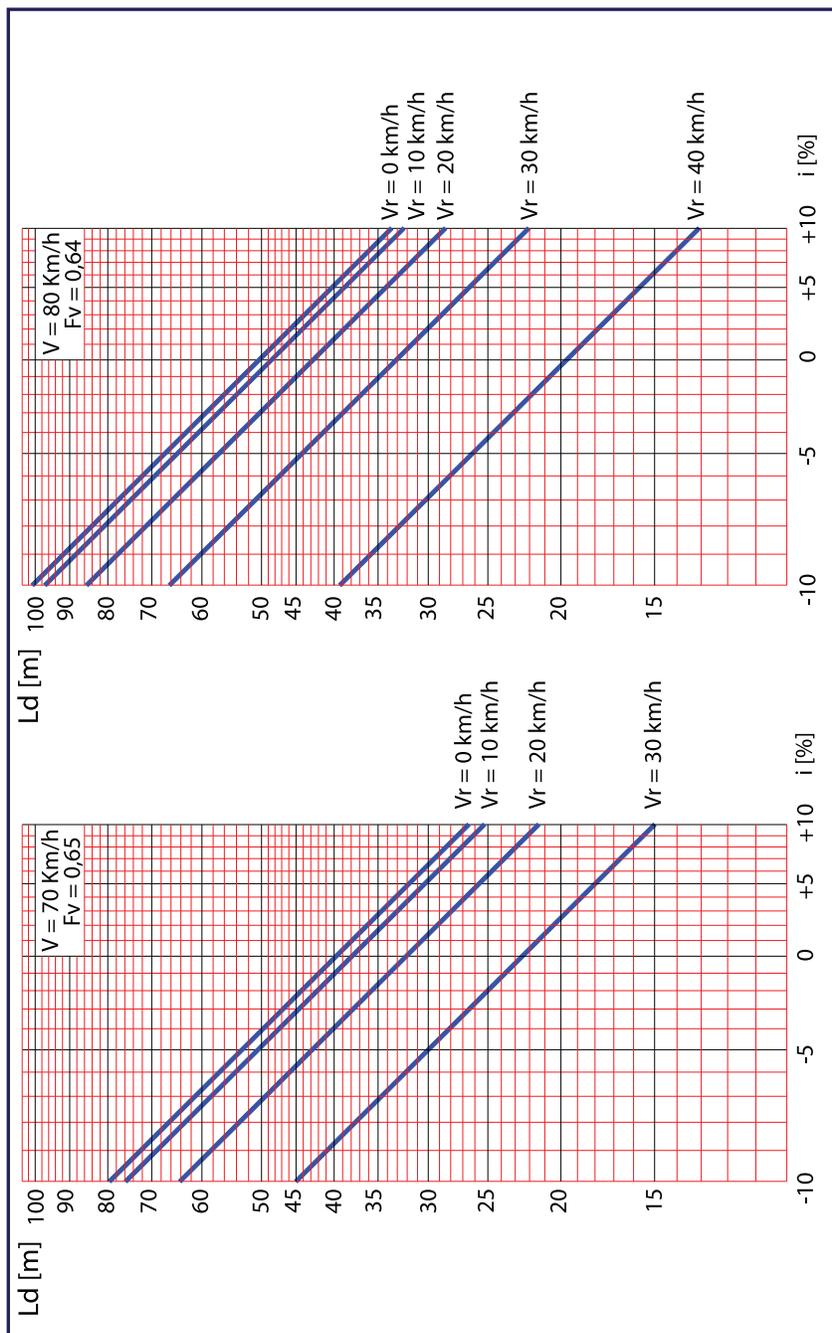
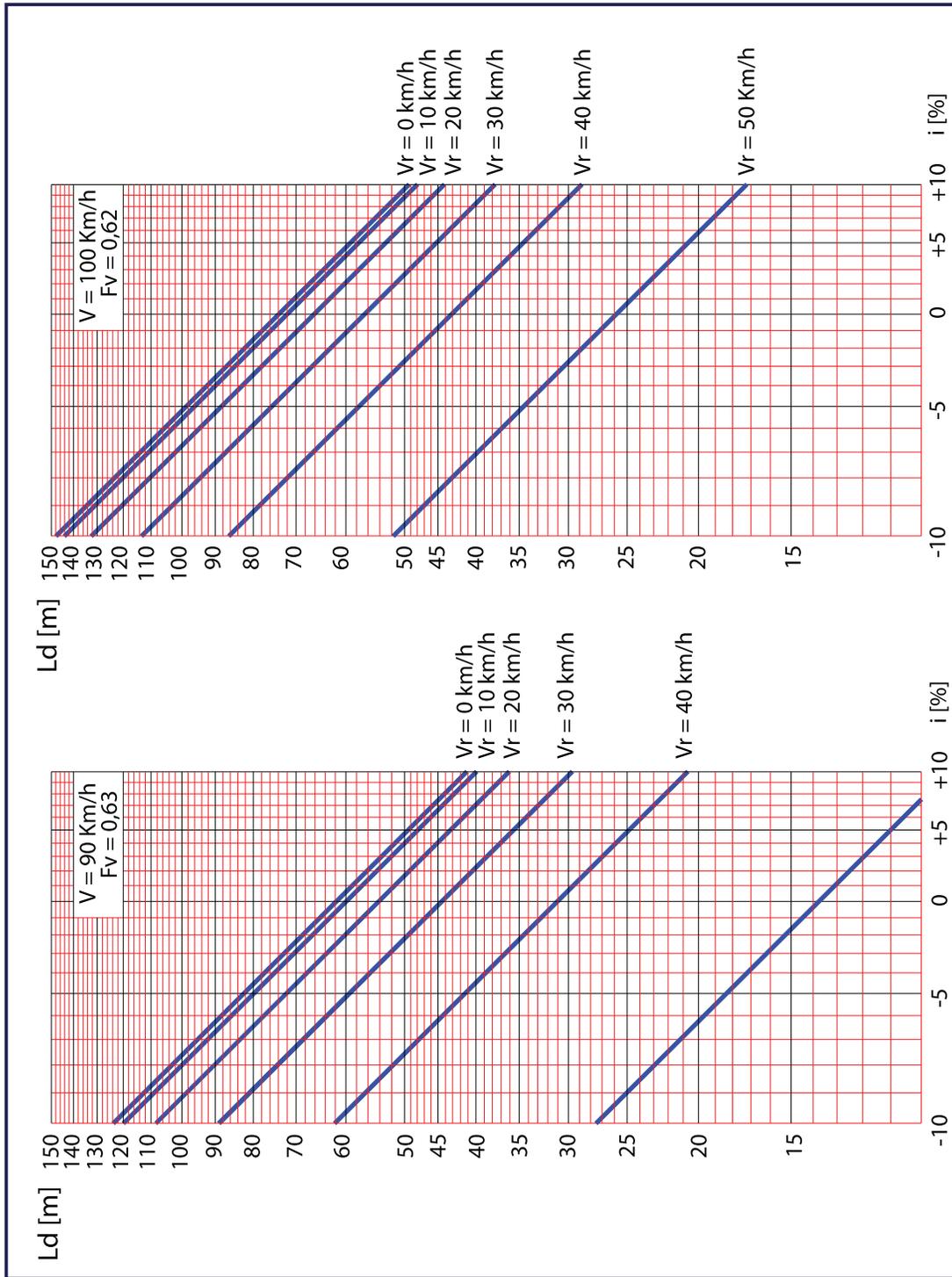


Fig. 6.02.106(3) C  
Long. De Deceleración  $V=70$  y  $80$  km/h (sin Cuña)



**Fig 6.02.106(3)D**  
**Long. De Deceleración  $V=90$  y  $100$  km/h (Sin Cuña)**

En la lámina 6.02.106 (4) A se muestra una pista de este tipo. Las longitudes  $L_c$  y  $L_D$  son las de la tabla 6.02.106 (3) B y las de la lámina 6.02.106 (3) C y D respectivamente. A  $L_c$  y  $L_D$  hay que sumarle una longitud  $L_E$ , o largo de la zona de espera, que depende del número de vehículos por hora que

## Definición en Planta

giran y que debe considerarse si existe condición de parada al final de la zona de deceleración, lo cual generalmente ocurre.

Si existe un semáforo en ese punto (D en la lámina 6.02.106 (4) A),  $L_E$  estará determinada por el cálculo del largo de la fila de vehículos que esperan en un ciclo.

Si existe una señal "PARE"  $L_E$  tendrá el valor que le corresponda de la Tabla a continuación.

**TABLA 6.02.106 (4) A**  
**LONGITUD ADICIONAL EN PISTAS DE DECELERACION PARA ALMACENAMIENTO Y ESPERA DE**  
**VEHICULOS (SEÑAL PARE)**

N° VEHICULOS/HORA QUE GIRAN	<30	120	>300
LONGITUD ADICIONAL (m)	20	40	80

La cuña tiene la forma prevista para el caso II del acápite anterior.

La lámina 6.02.106 (4) A, con la tabla de la lámina 6.02.106 (3) B para calcular  $y$  en función de  $x$ , indica el trazado que debe darse a esta zona de cuña para ganar una pista en base al espacio disponible en la mediana. En general es conveniente colocar soleras delineando la mediana en todo el sector afectado por la pista central, de modo que sea evidente el trazado de ésta y se eviten movimientos prohibidos, tales como giros en U en zonas en que no están previstos.

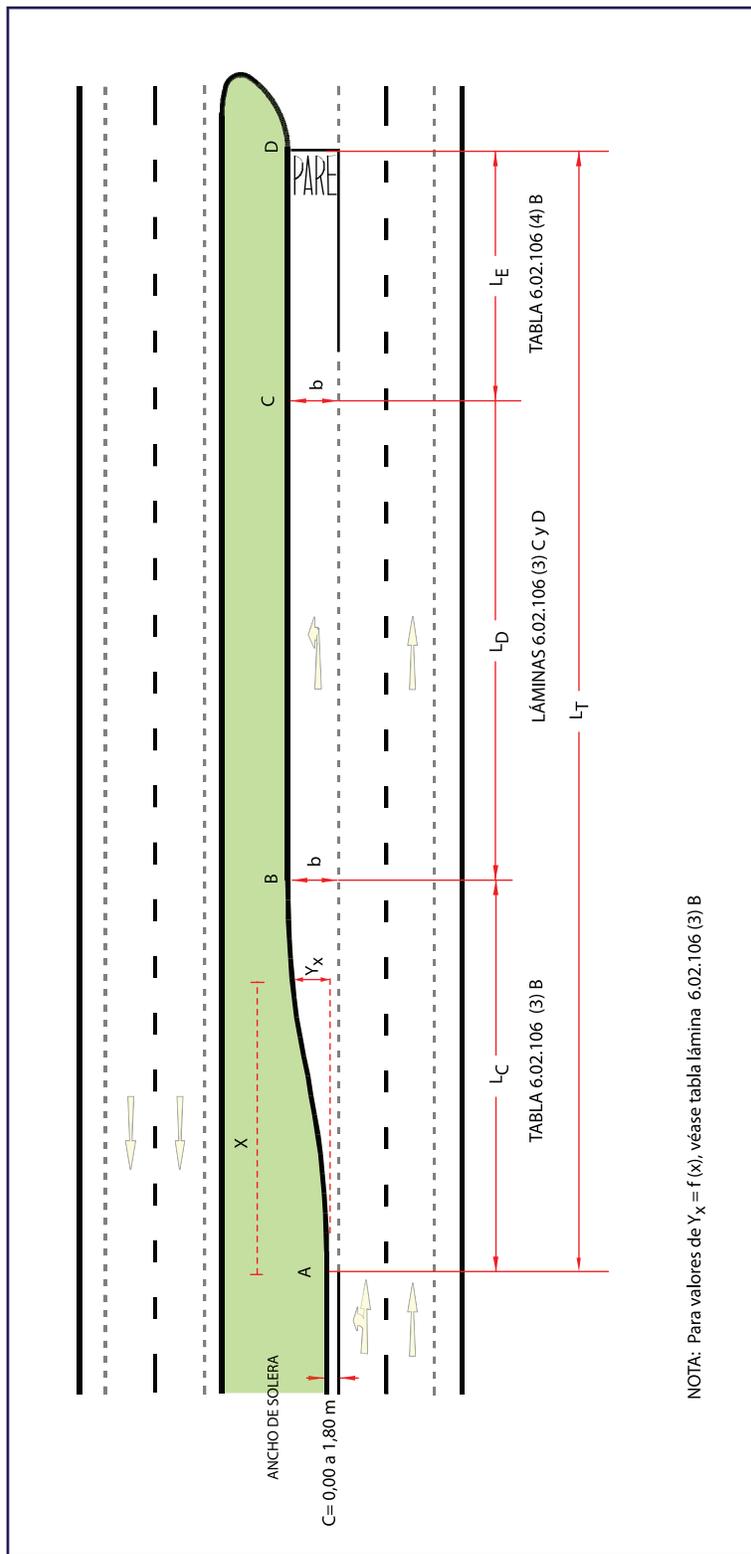


Fig. 6.02.106(4) A  
Pista de Deceleración y Espera Central

## Definición en Planta

En vías de dos pistas, o de más de dos pistas sin mediana de dimensiones adecuadas, será necesario proceder a ensanchar la carretera si se desea disponer de una pista central de deceleración. Ello debe hacerse según los criterios descritos en 6.02.109.

**6.02.107 Islas.** Estas zonas han sido abordadas en 3.01.6 como peatonales debido al servicio que ellas prestan, como refugio, al principal protagonista de la vida urbana: el peatón.

Sin embargo, debe tenerse presente que ellas están situadas entre pistas de circulación y acotadas por ellas, por lo que sus bordes pueden coincidir con lo ejes de replanteo de dichas pistas o, en todo caso, representar un elemento que sirve de guía óptica al conductor durante sus maniobras en la intersección.

En este sentido, ellas deben cumplir con algunos requisitos que provienen de funciones ajenas a la de proteger peatones, como son:

- Separación de conflictos
- Control del ángulo del conflicto
- Reducción de áreas pavimentadas
- Instalación de señalización
- Favorecimiento de algunos giros predominantes
- Prohibición de algunos movimientos
- Control de velocidad

Las islas entre calzadas principales y ramales divergentes son triangulares, tal como se muestra en las figuras I y III de la lámina 6.01.6 A. En ellas se aprecia que los bordes de las islas, materializados mediante soleras en el caso urbano, distan del borde teórico de las calzadas de paso una distancia que puede oscilar dentro del rango que va de 0,5m a 1,0m; que los vértices de las mismas se redondean mediante arcos circulares con radios de curvatura de 0,5m a 1,5m, dependiendo del ángulo formado por sus aristas, y que dichos vértices no corresponden a la intersección exacta de esas aristas, sino que resulta del encuentro de las mismas una vez retranqueadas, con respecto a los bordes teóricos, distancias que oscilan entre 0,5m y 1,5m.

Las islas alargadas, que resultan de la separación de flujos, como los que aprecen en la figura II de la misma lámina y que se generan según lo dispuesto en el acápite 3, también deben presentar un retranqueo. Este se ejecuta por el lado que corresponde al borde izquierdo de la calzada por la cual circulan los vehículos que se acercan a la intersección. El retranqueo debe ser de un mínimo de 1,5m y la transición debe ser del tipo 1:15, por lo que su longitud tendrá un mínimo de 22,5m. Utilícese la tabla 3.01.6 A para el cálculo correspondiente.

### 6.02.108 Tratamiento de Puntas en Empalmes

**(1) Definiciones.** Allí donde flujos de tránsito deban bifurcarse o confluir y las velocidades de diseño sean altas, se requiere diseños especiales de la zona triangular que sigue a la abertura de una calzada en dos o antecede a la unión de dos de ellas. Esta zona recibe el nombre de "punta" y aunque es válido lo dicho en el acápite anterior con respecto al tratamiento de los extremos de las islas, es preciso hacer algunas consideraciones adicionales, las cuales se presentarán a continuación.

Dentro de la zona en cuestión, se llama “nariz” al punto en el cual el ramal y la vía quedan independientes la una de la otra, lo cual ocurre a una cierta distancia del punto donde se separan las calzadas. La “punta” es, entonces, precisamente la zona comprendida entre ambos puntos y que es susceptible de ser invadida por usuarios que maniobran en sus proximidades.

**(2) Puntas en Empalmes de Salida.** Un empalme que consulte pistas de deceleración debe tener su nariz retranqueada con respecto a la línea del borde del pavimento, con el fin de minimizar la probabilidad de su embestida por los vehículos. Más allá de la nariz, una cuña gradual debe permitir, a los usuarios que han entrado equivocadamente a la pista de deceleración, regresar a la calzada principal. Es preferible utilizar soleras en las narices, con el fin de mejorar la visibilidad, redondearlas mediante círculos de 0,5m a 1,0m y pintarlas adecuadamente para enfatizar la demarcación pertinente.

En la lámina 6.02.108 (2) A, este retranqueo aparece designado con la letra  $\underline{C}$ . Su dimensión depende de la longitud y forma del pavimento auxiliar que configura la superficie de la punta y que está limitado por dicha nariz. Para una salida del tipo directa (líneas gruesas en la figura I de la lámina), los retranqueos deben estar entre 1,2m y 3,5m y mientras más larga y gradual sea la salida, más largo el pavimento auxiliar de la cuña de la nariz.

Si existe pista de deceleración en paralelo (línea de puntos), el valor de  $\underline{C}$  debe ser aproximadamente igual al ancho de las pistas de paso involucradas.

Si existe berma (figura II), bastará con mantenerla después de la nariz.

Por el lado del ramal, la nariz puede ser retranqueada algo menos (0,5m a 1,0m) si su importancia es menor (figuras I, II y III), pero a medida que la situación se acerca a la de una bifurcación propiamente tal (figura IV), el retranqueo deberá crecer hasta un mínimo de 1,8m, salvo cuando los bordes que se separan toman una disposición paralela y la distancia entre ambos (bandejón) no lo permita. En tales casos, 0,5m seguirá siendo el mínimo absoluto para dicho retranqueo.

La tabla que aparece a continuación entrega las longitudes deseables (Z) de la cuña de la nariz, que debe ser al menos revestida. Se supone que en estas distancias un conductor que ha errado el camino y decide volver a la calzada principal puede hacerlo sin salirse de la superficie tratada.

**TABLA 6.02.108 (2) A**

V km/h EN LA VIA PRINCIPAL	Z (m) LONGITUD POR METRO DE RETRANQUEO DE LA NARIZ
50	7
60	9
70	10
80	11
90	13
100	14

## Definición en Planta

Cuando el número de pistas se reduce después de un terminal de salida (figura III), las cuñas de la nariz pueden ser diseñadas como una pista de deceleración, suponiendo que el vehículo que pretende reingresar lo hace partiendo de una velocidad inferior a la de diseño (70% aproximadamente).

No se debe disponer barreras de seguridad en las proximidades de una nariz, salvo que su diseño asegure una adecuada amortiguación de un eventual golpe.

**(3) Puntas de Empalmes de Entrada.** En empalmes de entrada la nariz convergente de la isla de canalización debe ser lo más pequeña posible. En el caso que se empleen soleras, la nariz debe redondearse en un radio de 0,30 a 0,45m. Cuando no se usen soleras, los correspondientes bordes del pavimento deben converger y cortarse en un ángulo agudo. Siempre que sea posible, el borde del pavimento del ramal debe alinearse casi paralelamente con la carretera principal.

Cuando la canalización tiene limitación de espacio, el largo y radio del ramal de giro pueden no ser suficientes para obtener el “casi paralelismo” con la carretera principal. En estos casos la nariz convergente de la isla de canalización es la simple intersección de los bordes del pavimento, redondeada o cuadrada a una dimensión práctica.

Cuando el tránsito converge hacia la vía principal a alta velocidad, y siempre que sea posible, es deseable realizar ajustes de alineación y/o ancho en el terminal de entrada.

La figura I de la lámina 6.02.108 (3) A muestra el trazado típico de un terminal de entrada con pista de aceleración, de tipo paralelo (zona con puntos). Si el pavimento del ramal corresponde al caso I de la tabla 6.02.104 A, éste se mantiene uniforme hasta la nariz convergente (en la figura se designa con  $W_1$ ). Si el ancho de pavimento corresponde al caso II de la misma tabla ( $W_2$  en la figura A), éste preferiblemente debe estrecharse en la nariz al ancho  $W_1$ , para evitar que los vehículos entren abiertamente a la carretera, obligándolos a hacer uso de una sola pista después de la nariz. Este estrechamiento se lleva a cabo ajustando preferiblemente el borde izquierdo del ramal; también puede hacerse ajustando el borde derecho.

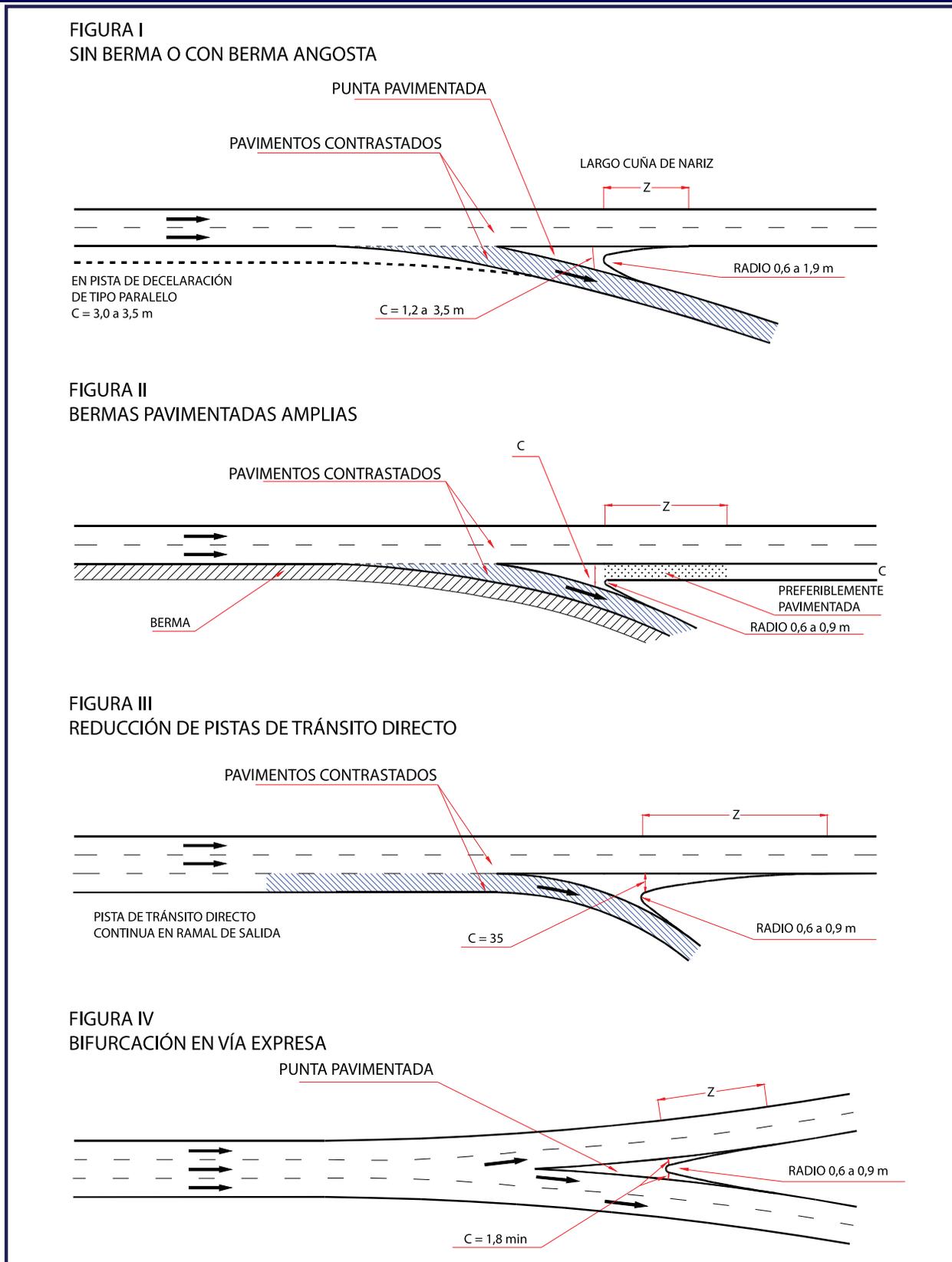


Fig. 6.02.108(2)A  
Puntas en Empalmes de Salida

## Definición en Planta

El estrechamiento de ancho del pavimento debe comenzarse con anterioridad a la nariz convergente en una longitud (F) que permita a los conductores acomodar lateralmente su rumbo a medida que se acercan al punto más angosto. En la tabla 6.02.108 (3) A se indican las longitudes mínimas en que debe realizarse el estrechamiento del pavimento en terminales de entrada, en función de la velocidad de operación y de la reducción de ancho.

**TABLA 6.02.108 (3) A**  
**LONGITUDES PARA REDUCCION DE ANCHO DE PAVIMENTO**  
**EN PUNTAS CONVERGENTES**

		REDUCCION DE ANCHO (m)				
		1,20	1,80	2,40	3,00	3,60
F (m)	MINIMO <sup>(1)</sup>	120	180	240	300	360
	DESEABLE <sup>(2)</sup>	180	270	360	450	540

(1) Mínimos corresponden a velocidades de operación de 36 km/h

(2) Deseables corresponden a velocidades de operación de 48 km/h

La introducción de una pista adicional en la carretera principal a partir del terminal de entrada (Figura II) se justifica en los siguientes casos:

- El volumen de tránsito que se incorpora a la vía principal a través del terminal de entrada está próximo a la capacidad de una pista.
- El volumen de tránsito entrante más el directo sobrecargan la capacidad de la vía principal.

En la figura III se muestra el diseño de dos vías de dos pistas cada una, que convergen a una sola de tres pistas. Debido a la alta velocidad que este diseño implica, las alineaciones deben formar un ángulo muy agudo, de razón aproximada 50:1, para obtener un estrechamiento gradual de cuatro pistas a tres pistas.

FIGURA I  
EMPALME DE ENTRADA CON PISTA DE ACELERACIÓN

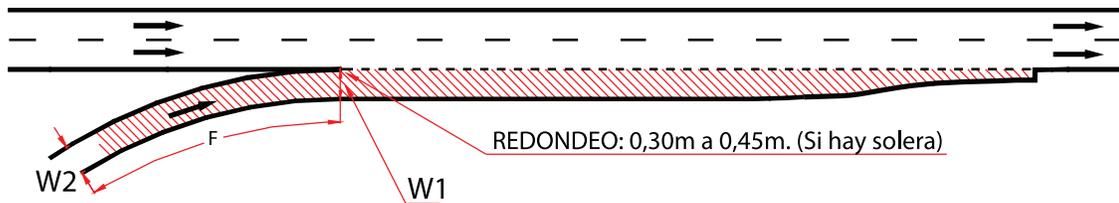


FIGURA II  
AUMENTO DEL NÚMERO DE PISTAS EN LA VÍA PRINCIPAL

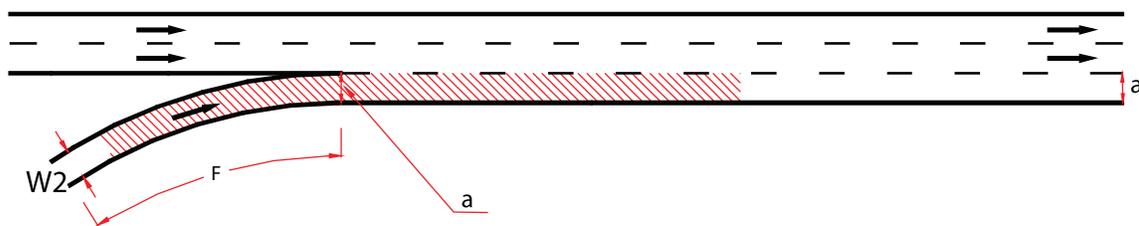


FIGURA III  
VÍAS EXPRESAS

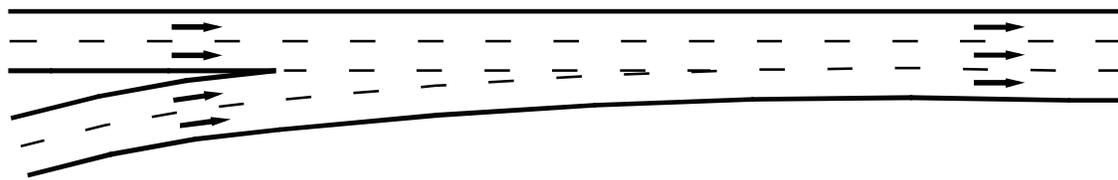


Fig. 6.02.108(3)A  
Puntas en Empalme de Entrada

Quando existe berma pavimentada al lado derecho de la vía principal, se emplean los mismos detalles de diseño analizados anteriormente, excepto que se considera el borde exterior de la berma en lugar del borde del pavimento.

## Definición en Planta

**6.02.109 Generación de Medianas o Bandejes en Intersecciones.** Suele ser necesaria la creación de una mediana o bandejón de un ancho  $M$ , a partir de un ancho inferior (nulo en el caso extremo) o superior. Esta modificación debe ejecutarse mediante alteraciones del o de los ejes involucrados en la definición geométrica de la vía, de tal modo de asegurar que las curvas que describen el trazado en la zona de dicha modificación cumplen con las normas del presente volumen.

El caso más frecuente en la ciudad es el de las calles con trazado en planta recta. En la figura I de la lámina 6.02.109 A se muestra la generación de una mediana en una vía recta con dos pistas para cada sentido, mediante el desdoblamiento del eje (central) en dos ejes auxiliares: ABC y AB'C', que son simétricos con respecto al primero. En la figura II se ilustra el caso de mantener una de las calzadas inalteradas y ejecutar el desdoblamiento en la otra.

En uno y otro caso, el problema consiste en la provisión de una curva en "S" desde A a C (C') mediante dos curvas circulares de radios  $R_1$  y  $R_2$ , las cuales son tangentes entre sí en el punto de inflexión B (B'). El desarrollo de cada uno de estos arcos de círculo genera desplazamientos laterales  $E_1$  y  $E_2$ , respectivamente, cuya suma corresponde al ancho total  $E$  del ensanche. La longitud de cada arco, proyectada sobre el eje recto, es  $L_1$  y  $L_2$ , por lo que  $L$ , que es la suma de ellas, representa la longitud de la vía a lo largo de la cual se produce la modificación del ancho. Estas magnitudes y parámetros se esquematizan en la figura III.

La tabla 6.02.109 A entrega, para velocidades de 25 a 80 km/h, los valores de  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ .  $E$  y  $L$ , que han sido calculados considerando valores de  $R_1$  extraídos de las tablas 5.01.202 (5) A, B, C y D, considerando  $p = 2\%$ , y de  $R_2$  provenientes de la tabla 5.01.202 (4) A, donde aparecen los radios mínimos en contraperalte.

Los valores  $R_1$  para velocidades bajas han sido castigados según lo dicho en 5.01.202 (3) A.

En la tabla 6.02.109 B aparecen los mismos elementos, tabulados para velocidades correspondientes a vías expresas, que requieren del uso de los radios mínimos para calzadas contraperaltadas que figuran en 5.01.202 (4) B.

Estos diseños mínimos permiten mantener el bombeo de la calzada, supuesto originalmente a dos aguas, lo cual es casi imprescindible en estos casos.

Si el proyectista requiere un diseño distinto, deberá hacerlo según el espíritu básico aquí expresado, que consiste en garantizar alineaciones normalizadas en cuanto a sus relaciones entre peraltes y curvaturas para cualquier punto de vía, ya sea aplicando las expresiones que aparecen junto a la figura III de la lámina 6.02.109 A si la vía discurre en recta, o resolviendo los ejes auxiliares con las técnicas habituales si ella discurre en curva.

### 6.02.110 Aberturas de Mediana

**(1) Aspectos Generales.** En vías divididas por una faja central o mediana, las intersecciones obligan a interrumpir la continuidad de ésta para dar paso al tránsito que cruza o que gira a la izquierda, si tales maniobras son posibles. Según sea la importancia de la intersección y de la vía de paso, deberán adoptarse distintos diseños que garanticen la fluidez y seguridad de las maniobras.

La pendiente transversal de la zona abierta de una mediana no debe superar el 5%.

**(2) Abertura Mínima de la Mediana en Zona de Cruce.** Ya sea que se trata de una intersección de 3 o 4 ramales, la abertura de la mediana debe ser a lo menos igual al ancho de la vía que la cruza (pavimento más bermas) y en ningún caso menor que 12m de ancho. Si la vía que cruza no tiene bermas la abertura de la mediana será igual al ancho del pavimento más 2,5m y no menor de 12 metros.

Definición en Planta

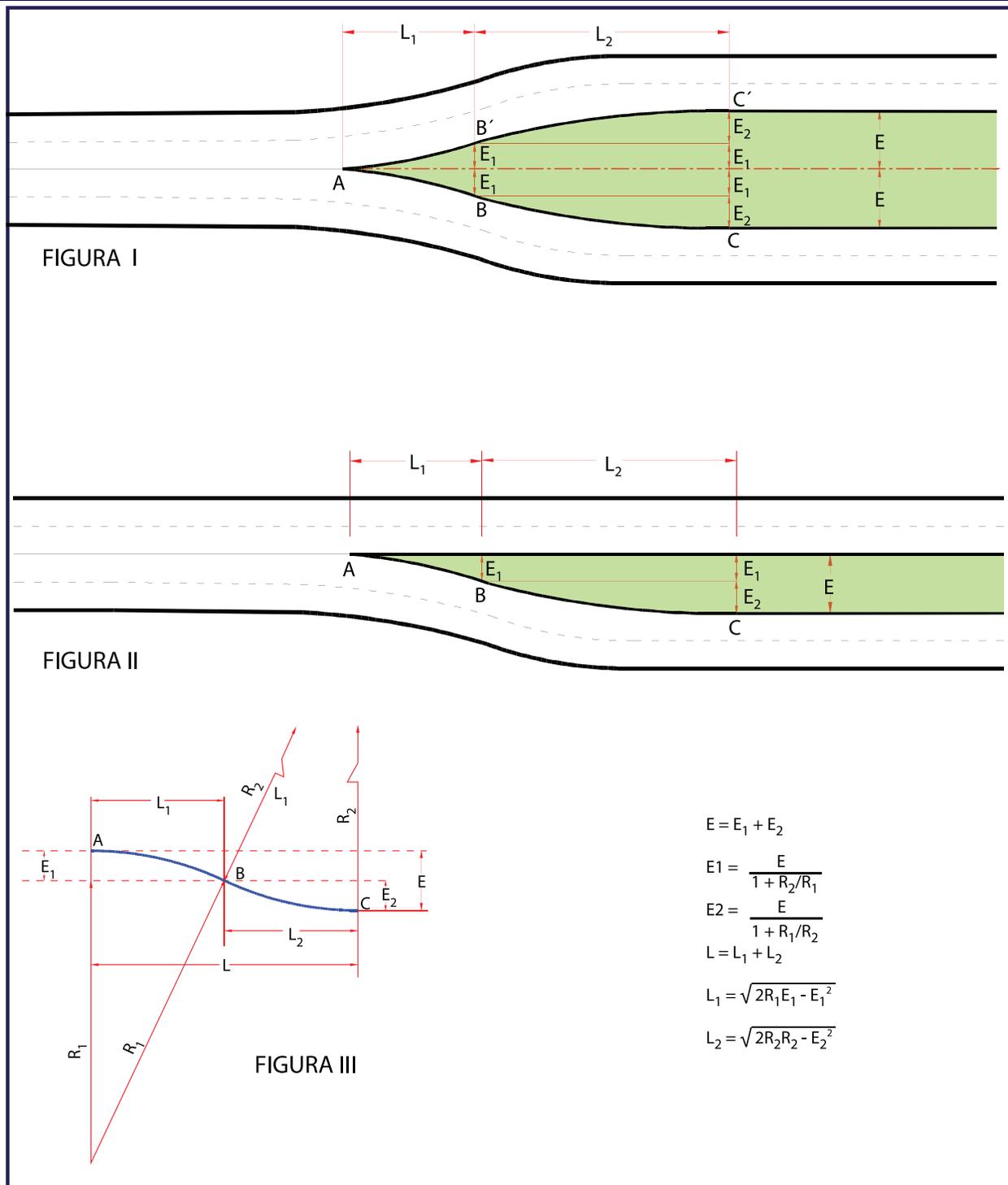


Fig 6.02.109 A  
Generación de Medianas y Bandejes en Recta

TABLA 6.02.109 A

**GENERACION DE MEDIANAS Y BANDEJONES EN RECTA  
VIAS NO EXPRESAS**

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 35m R2 = 30m  V = 25 Km/h	0,50	0,27	0,23	4,33	3,71	8,05
	0,75	0,49	0,35	5,30	4,54	9,85
	1,00	0,54	0,46	6,12	5,24	11,36
	1,50	0,81	0,69	7,48	6,41	13,88
	2,50	1,35	1,15	9,61	8,24	17,85
	2,75	1,48	1,27	10,07	8,63	18,71
	3,00	1,62	1,38	10,51	9,01	19,52
	3,25	1,75	1,50	10,93	9,37	20,30
	3,50	1,88	1,62	11,33	9,71	21,04
	5,00	2,69	2,31	13,46	11,54	25,00
5,50	2,96	2,54	14,09	12,08	26,17	
6,00	3,23	2,77	14,69	12,59	27,28	
6,50	3,50	3,00	15,26	13,08	28,33	
7,00	3,77	3,23	15,80	13,54	29,34	

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 56m R2 = 50m  V = 30 Km/h	0,50	0,25	0,25	4,99	4,99	9,99
	0,75	0,38	0,38	6,11	6,11	12,22
	1,00	0,50	0,50	7,05	7,05	14,11
	1,50	0,75	0,75	8,63	8,63	17,26
	2,50	1,25	1,25	11,11	11,11	22,22
	2,75	1,38	1,38	11,65	11,65	23,29
	3,00	1,50	1,50	12,16	12,16	24,31
	3,25	1,63	1,63	12,64	12,64	25,29
	3,50	1,75	1,75	13,11	13,11	26,22
	5,00	2,50	2,50	15,61	15,61	31,22
5,50	2,75	2,75	16,35	16,35	32,71	
6,00	3,00	3,00	17,06	17,06	34,12	
6,50	3,25	3,25	17,73	17,73	35,46	
7,00	3,50	3,50	18,38	18,38	36,76	

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 70m R2 = 75m  V = 35 Km/h	0,50	0,24	0,26	5,81	6,22	12,03
	0,75	0,36	0,39	7,11	7,62	14,73
	1,00	0,48	0,52	8,21	8,79	17,00
	1,50	0,72	0,78	10,04	10,76	20,80
	2,50	1,21	1,29	12,94	13,87	26,81
	2,75	1,33	1,42	13,57	14,54	28,11
	3,00	1,45	1,55	14,17	15,18	29,34
	3,25	1,57	1,68	14,74	15,79	30,53
	3,50	1,69	1,81	15,29	16,38	31,67
	5,00	2,41	2,59	18,22	19,53	37,75
5,50	2,66	2,84	19,10	20,46	39,56	
6,00	2,90	3,10	19,93	21,35	41,28	
6,50	3,14	3,36	20,72	22,20	42,93	
7,00	3,38	3,62	21,49	23,02	44,51	

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 95m R2 = 110m  V = 40 Km/h	0,50	0,23	0,27	6,63	7,68	14,31
	0,75	0,35	0,40	8,12	9,40	17,52
	1,00	0,46	0,54	9,37	10,85	20,22
	1,50	0,70	0,80	11,47	13,28	24,75
	2,50	1,16	1,34	14,79	17,13	31,92
	2,75	1,27	1,48	15,51	17,96	33,47
	3,00	1,39	1,61	16,19	18,75	34,94
	3,25	1,51	1,74	16,85	19,51	36,36
	3,50	1,62	1,88	17,48	20,24	37,72
	5,00	2,32	2,68	20,85	24,15	45,00
5,50	2,55	2,95	21,86	25,31	47,17	
6,00	2,78	3,22	22,82	26,42	49,23	
6,50	3,01	3,49	23,73	27,48	51,21	
7,00	3,24	3,76	24,61	28,50	53,11	

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 125m R2 = 160m  V = 45 Km/h	0,50	0,22	0,28	7,40	9,47	16,87
	0,75	0,33	0,42	9,06	11,60	20,66
	1,00	0,44	0,56	10,46	13,39	23,85
	1,50	0,66	0,84	12,81	16,39	29,20
	2,50	1,10	1,40	16,52	21,15	37,67
	2,75	1,21	1,54	17,32	22,17	39,50
	3,00	1,32	1,68	18,09	23,15	41,24
	3,25	1,43	1,82	18,82	24,09	42,92
	3,50	1,54	1,96	19,53	25,00	44,53
	5,00	2,19	2,81	23,31	29,84	53,15
5,50	2,41	3,09	24,44	31,28	55,72	
6,00	2,63	3,37	25,51	32,66	58,17	
6,50	2,85	3,65	26,54	33,98	60,52	
7,00	3,07	3,93	27,53	35,24	62,78	

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 170m R2 = 220m  V = 50 Km/h	0,50	0,22	0,28	8,61	11,14	19,74
	0,75	0,33	0,42	10,54	13,64	24,18
	1,00	0,44	0,56	12,17	15,74	27,91
	1,50	0,65	0,85	14,90	19,28	34,17
	2,50	1,09	1,41	19,22	24,87	44,09
	2,75	1,20	1,55	20,15	26,08	46,23
	3,00	1,31	1,69	21,05	27,24	48,28
	3,25	1,42	1,83	21,98	28,34	50,24
	3,50	1,53	1,97	22,72	29,41	52,13
	5,00	2,18	2,82	27,13	35,12	62,25
5,50	2,40	3,10	28,45	36,82	65,27	
6,00	2,62	3,38	29,71	38,44	68,15	
6,50	2,83	3,67	30,91	40,00	70,91	
7,00	3,05	3,95	32,06	41,50	73,56	

Definición en Planta

TABLA 6.02.109 A

GENERACION DE MEDIANAS Y BANDEJONES EN RECTA  
VIAS NO EXPRESAS

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 220m R2 = 290m	0,50	0,22	0,28	9,74	12,84	22,58
	0,75	0,32	0,43	11,93	15,72	27,65
	1,00	0,43	0,57	13,77	18,15	31,92
	1,50	0,65	0,85	16,86	22,23	39,09
	2,50	1,08	1,42	21,76	28,68	50,44
	2,75	1,19	1,56	22,82	30,08	52,89
	3,00	1,29	1,71	23,83	31,41	55,24
	3,25	1,40	1,85	24,80	32,69	57,48
	3,50	1,51	1,99	25,73	33,92	59,65
	5,00	2,16	2,84	30,73	40,51	71,24
V = 55 Km/h	5,50	2,37	3,13	32,22	42,48	74,70
	6,00	2,59	3,41	33,65	44,35	78,00
	6,50	2,80	3,70	35,01	46,15	81,16
	7,00	3,02	3,98	36,33	47,88	84,21

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 270m R2 = 370m	0,50	0,21	0,29	10,67	14,62	25,29
	0,75	0,32	0,43	13,07	17,91	30,97
	1,00	0,42	0,58	15,09	20,68	35,76
	1,50	0,63	0,87	18,47	25,32	43,79
	2,50	1,05	1,45	23,84	32,67	56,51
	2,75	1,16	1,59	25,00	34,26	59,27
	3,00	1,27	1,73	26,11	35,78	61,90
	3,25	1,37	1,88	27,18	37,24	64,42
	3,50	1,48	2,02	28,20	38,64	66,84
	5,00	2,11	2,89	33,68	46,16	79,84
V = 60 Km/h	5,50	2,32	3,18	35,32	48,40	83,72
	6,00	2,53	3,47	36,88	50,55	87,43
	6,50	2,74	3,76	38,38	52,60	90,98
	7,00	2,95	4,05	39,82	54,57	94,40

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 330m R2 = 470m	0,50	0,21	0,29	11,67	16,61	28,28
	0,75	0,31	0,44	14,29	20,35	34,63
	1,00	0,41	0,59	16,49	23,49	39,99
	1,50	0,62	0,88	20,20	28,77	48,97
	2,50	1,03	1,47	26,07	37,13	63,20
	2,75	1,13	1,62	27,34	38,94	66,28
	3,00	1,24	1,76	28,55	40,67	69,22
	3,25	1,34	1,91	29,72	42,32	72,04
	3,50	1,44	2,06	30,83	43,92	74,75
	5,00	2,06	2,94	36,84	52,47	89,30
V = 65 Km/h	5,50	2,27	3,23	38,63	55,02	93,65
	6,00	2,48	3,52	40,34	57,45	97,80
	6,50	2,68	3,82	41,98	59,79	101,77
	7,00	2,89	4,11	43,56	62,04	105,60

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 400m R2 = 600m	0,50	0,20	0,30	12,65	18,97	31,62
	0,75	0,30	0,45	15,49	23,23	38,72
	1,00	0,40	0,60	17,88	26,83	44,71
	1,50	0,60	0,90	21,90	32,85	54,75
	2,50	1,00	1,50	28,27	42,40	70,67
	2,75	1,10	1,65	29,64	44,47	74,11
	3,00	1,20	1,80	30,96	46,44	77,40
	3,25	1,30	1,95	32,22	48,33	80,56
	3,50	1,40	2,10	33,44	50,16	83,59
	5,00	2,00	3,00	39,95	59,92	99,87
V = 70 Km/h	5,50	2,20	3,30	41,89	62,84	104,74
	6,00	2,40	3,60	43,75	65,63	109,38
	6,50	2,60	3,90	45,53	68,30	113,83
	7,00	2,80	4,20	47,25	70,87	118,11

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 500m R2 = 750m	0,50	0,20	0,30	14,14	21,21	35,35
	0,75	0,30	0,45	17,32	25,98	43,29
	1,00	0,40	0,60	20,00	29,99	49,99
	1,50	0,60	0,90	24,49	36,73	61,22
	2,50	1,00	1,50	31,61	47,41	79,02
	2,75	1,10	1,65	33,15	49,72	82,87
	3,00	1,20	1,80	34,62	51,93	86,55
	3,25	1,30	1,95	36,03	54,05	90,08
	3,50	1,40	2,10	37,39	56,09	93,48
	5,00	2,00	3,00	44,68	67,01	111,69
V = 75 Km/h	5,50	2,20	3,30	46,85	70,28	117,13
	6,00	2,40	3,60	48,93	73,40	122,33
	6,50	2,60	3,90	50,92	76,39	127,31
	7,00	2,80	4,20	52,84	79,26	132,10

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 550m R2 = 850m	0,50	0,20	0,30	14,70	22,72	37,41
	0,75	0,29	0,46	18,00	27,82	45,82
	1,00	0,39	0,61	20,78	32,12	52,91
	1,50	0,59	0,91	25,45	39,34	64,79
	2,50	0,98	1,52	32,85	50,77	83,63
	2,75	1,08	1,67	34,46	53,25	87,71
	3,00	1,18	1,82	35,99	55,62	91,60
	3,25	1,28	1,97	37,45	57,88	95,34
	3,50	1,38	2,12	38,87	60,07	98,93
	5,00	1,96	3,04	46,44	71,77	118,22
V = 80 Km/h	5,50	2,16	3,34	48,70	75,27	123,97
	6,00	2,36	3,64	50,87	78,61	129,48
	6,50	2,55	3,95	52,94	81,81	134,75
	7,00	2,75	4,25	54,93	84,89	139,82

TABLA 6.02.109 B

**GENERACION DE MEDIANAS Y BANDEJONES EN RECTA  
VIAS EXPRESAS**

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 550m R2 = 1100m	0,50	0,17	0,33	13,54	27,08	48,62
	0,75	0,25	0,50	16,58	33,16	49,74
	1,00	0,33	0,67	19,15	38,29	57,44
	1,50	0,50	1,00	23,45	46,89	70,34
	2,50	0,83	1,67	30,27	60,53	90,80
	2,75	0,92	1,83	31,74	63,48	95,22
	3,00	1,00	2,00	33,15	66,30	99,45
	3,25	1,08	2,17	34,50	69,01	103,51
	3,50	1,17	2,33	35,80	71,61	107,41
	V = 80 Km/h	5,00	1,67	3,33	42,78	85,57
	5,50	1,83	3,67	44,87	89,74	134,61
	6,00	2,00	4,00	46,86	93,72	140,58
	6,50	2,17	4,33	48,77	97,54	146,31
	7,00	2,33	4,67	50,61	101,22	151,83

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 650m R2 = 1400m	0,50	0,16	0,34	14,36	30,92	45,27
	0,75	0,24	0,51	17,58	37,87	55,45
	1,00	0,32	0,68	20,30	43,72	64,02
	1,50	0,48	1,02	24,86	53,55	78,41
	2,50	0,79	1,71	32,09	69,12	101,21
	2,75	0,87	1,88	33,66	72,49	106,15
	3,00	0,95	2,05	35,15	75,71	110,86
	3,25	1,03	2,22	36,59	78,80	115,39
	3,50	1,11	2,39	37,97	81,77	119,74
	V = 85 Km/h	5,00	1,59	3,41	45,37	97,72
	5,50	1,74	3,76	47,58	102,48	150,07
	6,00	1,90	4,10	49,69	107,03	156,73
	6,50	2,06	4,44	51,72	111,40	163,12
	7,00	2,22	4,78	53,67	115,60	169,27

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 750m R2 = 1600m	0,50	0,16	0,34	15,47	33,00	48,47
	0,75	0,24	0,51	18,95	40,42	59,37
	1,00	0,32	0,68	21,88	46,67	68,55
	1,50	0,48	1,02	26,79	57,16	83,95
	2,50	0,80	1,70	34,59	73,78	108,37
	2,75	0,88	1,87	36,27	77,38	113,65
	3,00	0,96	2,04	37,88	80,82	118,71
	3,25	1,04	2,21	39,43	84,12	123,55
	3,50	1,12	2,38	40,92	87,29	128,21
	V = 90 Km/h	5,00	1,60	3,40	48,90	104,32
	5,50	1,76	3,74	51,28	109,40	160,69
	6,00	1,91	4,09	53,56	114,26	167,82
	6,50	2,07	4,43	55,74	118,92	174,66
	7,00	2,23	4,77	57,85	123,40	181,25

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 800m R2 = 1800m	0,50	0,15	0,35	15,69	35,30	50,99
	0,75	0,23	0,52	19,21	43,23	62,45
	1,00	0,31	0,69	22,19	49,92	72,10
	1,50	0,46	1,04	27,17	61,13	88,30
	2,50	0,77	1,73	35,07	78,92	113,99
	2,75	0,85	1,90	36,78	82,77	119,55
	3,00	0,92	2,08	38,42	86,44	124,86
	3,25	1,00	2,25	39,99	89,97	129,96
	3,50	1,08	2,42	41,50	93,37	134,86
	V = 95 Km/h	5,00	1,54	3,46	49,59	111,58
	5,50	1,69	3,81	52,01	117,02	169,03
	6,00	1,85	4,15	54,32	122,22	176,53
	6,50	2,00	4,50	56,53	127,20	183,73
	7,00	2,15	4,85	58,66	131,99	190,66

	E (m)	E1(m)	E2(m)	L1(m)	L2(m)	L(m)
R1 = 900m R2 = 2000m	0,50	0,16	0,34	16,71	37,14	53,85
	0,75	0,23	0,52	20,47	45,48	65,95
	1,00	0,31	0,69	23,63	52,52	76,15
	1,50	0,47	1,03	28,94	64,32	93,26
	2,50	0,78	1,72	37,36	83,03	120,39
	2,75	0,85	1,90	39,19	87,08	126,26
	3,00	0,93	2,07	40,93	90,95	131,87
	3,25	1,01	2,24	42,60	94,66	137,26
	3,50	1,09	2,41	44,20	98,23	142,44
	V = 100 Km/h	5,00	1,55	3,45	52,83	117,39
	5,50	1,71	3,79	55,40	123,12	178,52
	6,00	1,86	4,14	57,86	128,59	186,45
	6,50	2,02	4,48	60,22	133,83	194,06
	7,00	2,17	4,83	62,50	138,88	201,37

## Definición en Planta

Si la vía que cruza también es una doble calzada, la abertura mínima será igual al ancho de las dos calzadas más su mediana, y no menor que el ancho de los pavimentos más la mediana más 2,5m en caso de tener las bermas un ancho inferior.

**(3) Trazados Alternativos para Rematar la Mediana Interrumpida.** En medianas de menos de 3 metros de ancho, el remate se ejecuta trazando un semi-círculo, lo que da una solución tan aceptable como la que se obtiene en otros trazados que se detallan a continuación.

Si el ancho de la mediana es mayor de 3m se preferirá el trazado que llamaremos “punta de bala”. Consiste en dos arcos de círculo que se inician en el mismo punto de donde nacía el semi-círculo básico y se cortan sobre el eje de la mediana en un ángulo agudo; éste se redondea mediante una curva de radio 0,60m. Ver lámina 6.02.110 (3) A. Nótese que los arcos de círculo de la zona de la “punta de proyectil”, son tangentes a la mediana y al eje de la calzada que cruza.

Este trazado presenta dos ventajas sobre el de forma circular en medianas de más de 3m de ancho:

- Requiere menor espacio para acomodar giros o mediana de igual ancho.
- Canaliza mejor los movimientos de giro ya que dirige el tránsito desde su pista correspondiente de la vía cruzada, en tanto que el remate en forma de semicírculo permite al tránsito que gira invadir la pista de sentido contrario.

Cuando el cruce es desviado, el remate en forma de proyectil se construye asimétrico, usando un radio de curvatura mayor que el mínimo en los cuadrantes que corresponden al ángulo obtuso que forman los ejes de la vía. Este trazado da un mejor encauzamiento al tránsito, ya que la prolongación de dicho arco vuelve a ser tangente al eje de la calzada de la vía que cruza. Ver figura II.

En medianas muy anchas, mayores de 20m, o cuando la abertura necesaria resulta de más de 25m de largo, es conveniente estudiar un remate en forma de punta de proyectil truncado, tal como se indica en la figura II, trazo C-E.

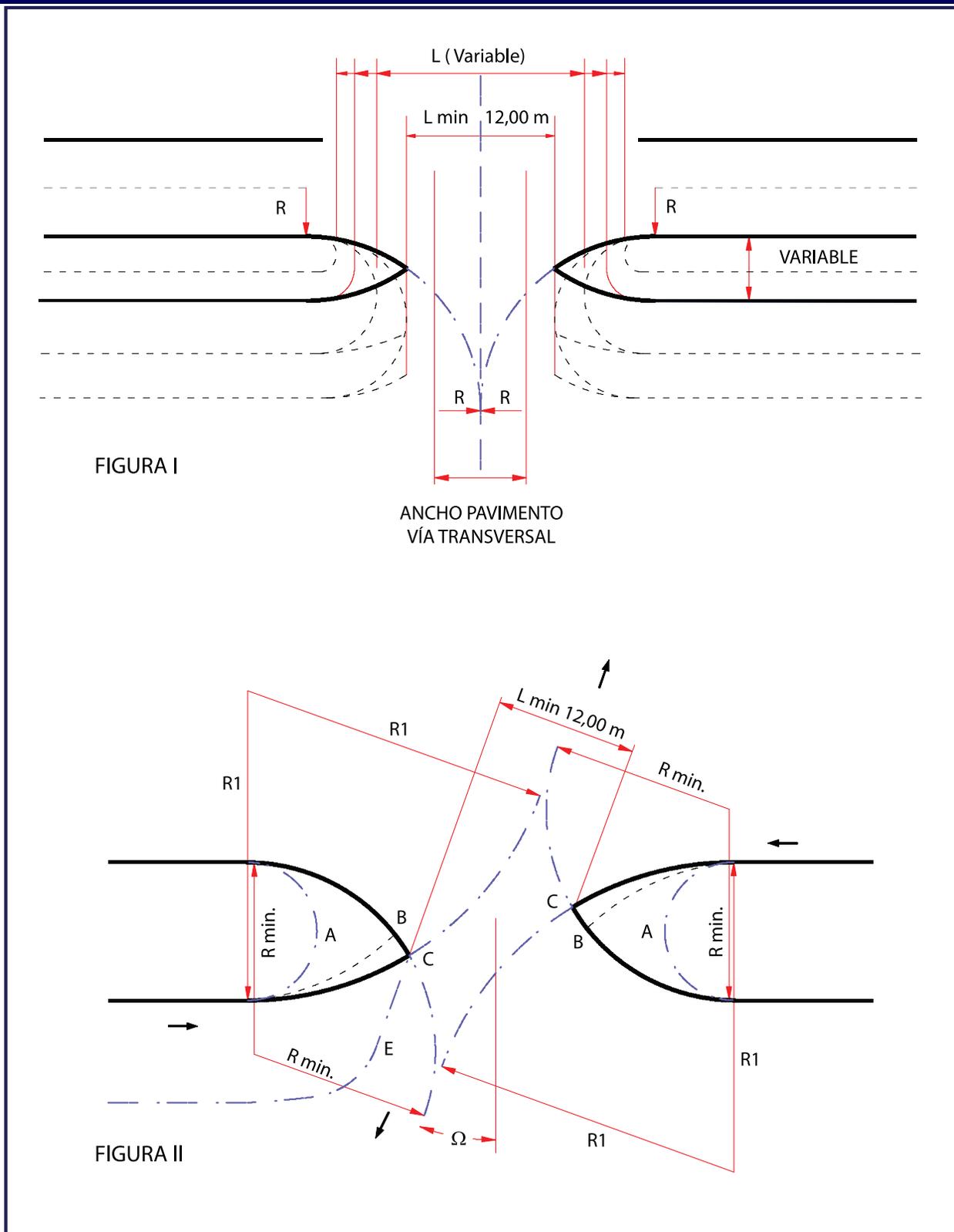


Fig. 6.02.110(5)A  
 Abertura de Mediana, Trazados Superiores a los Mínimos

## Definición en Planta

**(4) Trazados Mínimos para Giros a la Izquierda.** Los giros mínimos a la izquierda a través de la mediana de más de tres metros de ancho se estudian a partir de la trayectoria que sigue el vehículo tipo tal como en el caso de giros a la derecha.

No existe en este caso la limitación de ancho del ramal de giro, pues la curva debe darse obligatoriamente en la zona abierta de la mediana que es suficientemente amplia; sólo es necesario que al empalmar con la pista correspondiente del camino cruzado, el vehículo se mantenga dentro de ella sin invadir la pista contraria.

Los radios mínimos que a baja velocidad garantizan una trayectoria adecuada, dejando huelgas de al menos 0,60m entre las ruedas y los bordes de las pistas son:

Automóviles – L	R = 12m
Camiones y Buses – C	R = 15m
V. Articulado – VA/15,2	R = 18m
V. Articulado – VA/16,7	R = 22,5m

Normalmente, un diseño mínimo en base el vehículo tipo C es adecuado a la mayoría de los casos en que los vehículos articulados son escasos. Estos podrán efectuar el giro aunque sin huelga o eventualmente invadiendo en un corto trecho parte de la pista contraria.

La tabla 6.02.110 (4) A resume las características que deben darse a la abertura de la mediana para permitir giros a la izquierda en condiciones mínimas, según sea el ancho de la mediana y el tipo de remate que se utilice: Semi-círculo, Punta Proyectil Simétrico, Punta Proyectil Asimétrico (Radio R1 asociado a él), indicando en este último caso el ángulo de esviaje en grados sexagesimales. Esta tabla está calculada para el vehículo tipo C; por lo tanto, en los casos de remate "Punta de Proyectil", se consulta un radio mínimo de 15mts.

**TABLA 6.02.110 (4) A**  
**CARACTERISTICAS DE LA ZONA ABIERTA EN LA MEDIANA PARA CONDICIONES MINIMAS DE GIRO A LA IZQUIERDA**

* ESVIAJE GRADOS SEXAGESIMALES ( $\Omega$ )	ANCHO MEDIANA m	ABERTURA EN LA MEDIANA DADA NORMALMENTE AL CAMINO QUE CRUZA (m)			R1 Caso C Asimétrico m
		SEMI-CIRCULO A	PUNTA PROYECTIL		
			SIMETRICO B	ASIMETRICO C	
0°	1.0	29.0	29.0	-	-
	2.0	28.0	23.0	-	-
	2.5	28.0	21.0	-	-
	3.0	27.0	19.0	-	-
	6.0	24.0	13.0	-	-
	9.0	21.0	12.0 mín.	-	-
	12.0	18.0	12.0 mín.	-	-
	15.0	15.0	12.0 mín.	-	-
	18.0	12.0	12.0 mín.	-	-
10°	3.0	32.0	24.5	23.0	21.5
	6.0	28.0	17.5	16.0	20.5
	9.0	24.5	13.5	12.0 mín.	19.5
	12.0	21.5	12.0 mín.	12.0 mín.	19.0
	15.0	18.0	12.0 mín.	12.0 mín.	18.5
	18.0	14.0	12.0 mín.	12.0 mín.	18.0
20°	3.0	37.0	29.5	27.5	29.5
	6.0	32.5	22.0	19.5	27.5
	9.0	28.5	18.0	14.5	26.0
	12.0	24.5	14.5	12.0 mín.	24.5
	15.0	20.5	12.0 mín.	12.0 mín.	23.0
	18.0	16.0	12.0 mín.	12.0 mín.	21.5
30°	3.0	41.0	35.0	32.0	42.5
	6.0	36.5	27.5	23.0	39.5
	9.0	31.5	22.5	17.5	36.5
	12.0	27.5	18.5	12.5	33.5
	15.0	23.0	15.5	12.0 mín.	30.5
	18.0	18.0	12.0	12.0 mín.	27.5
40°	3.0	44.5	38.5	36.0	64.0
	6.0	40.0	32.0	27.5	58.5
	9.0	35.0	27.5	20.5	53.0
	12.0	30.0	23.5	15.5	47.5
	15.0	25.0	19.5	12.0 mín.	42.0
	18.0	19.5	15.5	12.0 mín.	36.5

\* Esviaje medido como el número de grados sexagesimales que separa la vía secundaria de la normal a la vía principal.

## Definición en Planta

**(5) Trazados por sobre los Mínimos en Giros a la Izquierda.** Siempre que sea posible deberán elegirse radios mayores que los mínimos en el diseño de los arcos del remate en "Punta de Proyectil". Se logra de esta manera una circulación más fluida y la parte correspondiente al arco de mayor radio puede recorrerse a mayor velocidad que la impuesta por el diseño mínimo.

La figura 6.02.110 (5) A especifica el diseño que debe adoptarse indicando los elementos necesarios para el replanteo. La abertura de la mediana queda definida en estos casos por el radio  $R = 15\text{m}$ , cuyo arco de círculo aparece en línea punteada en la figura. Si el camino que cruza es una doble calzada las aberturas indicadas en esta lámina pueden ser estrechas. Es ese caso, el diseñador se fijará un valor de  $L$  adecuado y a partir de ese dato localizará el centro de la curva de radio  $R_2$ . En estas condiciones el radio  $R$  queda determinado construyendo una circunferencia tangente al eje de la calzada que cruza y al punto de tangencia de  $R_2$  con el  $R_1$  elegido. Si la intersección presenta esviate, se requerirá adaptar también los radios  $R$  y  $R_2$  para lograr una abertura de ancho adecuado.

**(6) Medianas Ensanchadas para Cruces por Etapas.** En ciertas intersecciones será conveniente que el tránsito del camino secundario pueda cruzar en dos etapas la vía principal. En estos casos la mediana deberá proveer un ancho suficiente como para servir de refugio. El ancho requerido dependerá del largo del vehículo tipo elegido y por tanto en el sector del cruce será necesario ensanchar la mediana de acuerdo a los siguientes valores:

Automóvil	=	5,80m
Camión o bus	=	9,10m 12,2m
V. articulado	=	16,70m
Bus articulado	=	18m*

\*Caso Excepcional para Buses Transantiago

**(7) Giros en U en Torno a la Mediana.** Esta posibilidad no es una práctica recomendable, sin embargo, hay ciertos casos en que su existencia puede considerarse como un mal menor o bien puede aceptarse para volúmenes muy bajos que en otras circunstancias entorpecen el funcionamiento de una intersección.

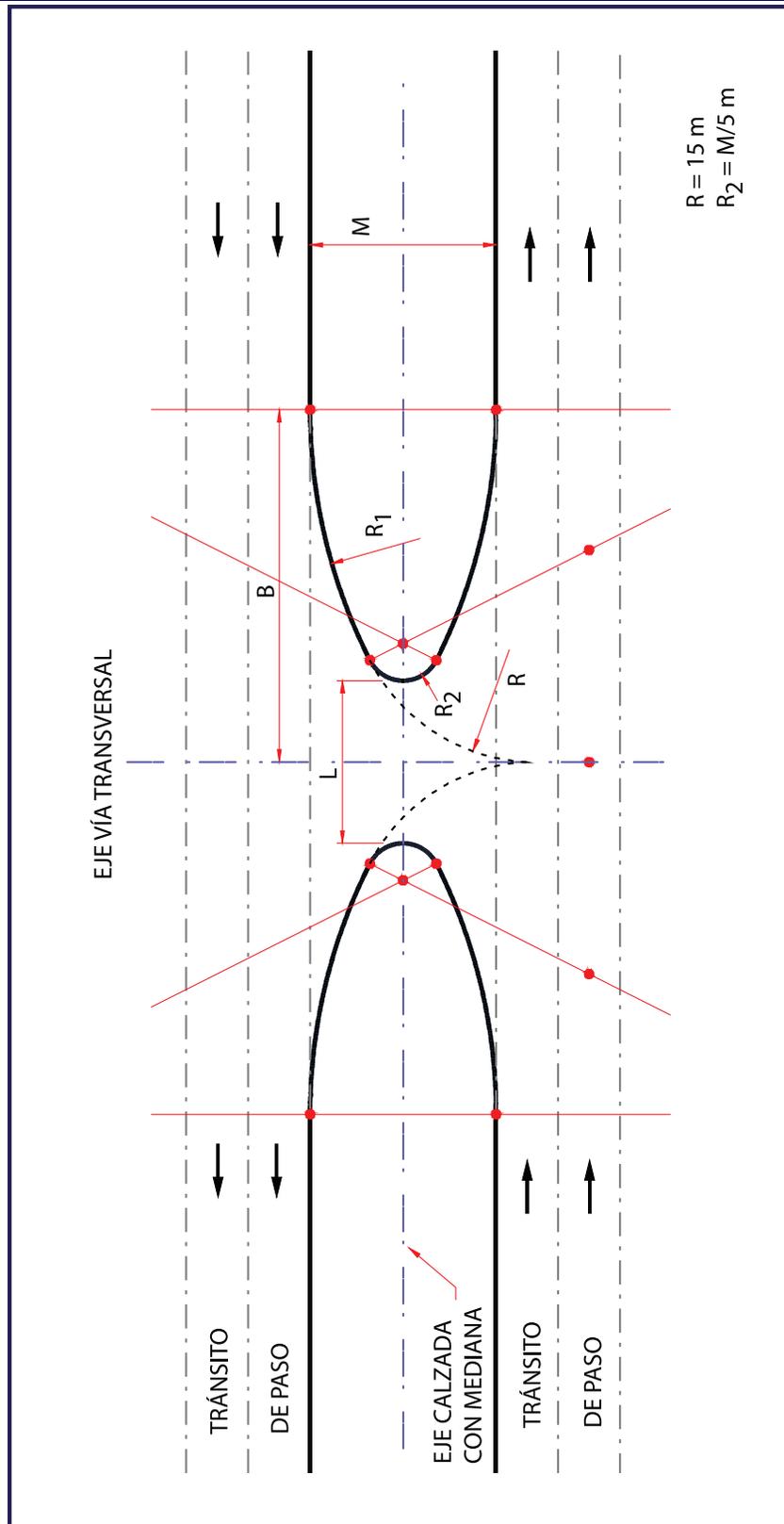


Fig. 6.02.110(5)A  
 Abertura de Mediana, Trazados Superiores a los mínimos

## Definición en Planta

M ANCHO MEDIANA (m)	DIMENSIONES (m)					
	R <sub>1</sub> = 30		R <sub>1</sub> = 45		R <sub>1</sub> = 70	
	L	B	L	B	L	B
6	18	20	20	24	21,5	27,5
9	15	21	17	26	19,5	31
12	12,5	22	15	27,5	17,5	33
15	-	-	13,5	29	15,5	35
18	-	-	-	-	14	37
21	-	-	-	-	12,5	39

Los casos en que puede aceptarse este dispositivo son:

- En autopistas con control total de acceso sólo se aceptarán cuando se disponen para labores del personal de conservación de la vía, uso de la policía o como lugar de estacionamiento de vehículos inutilizados. Por cierto, en estos casos el espacio estará cerrado por una cadena u otro dispositivo fácilmente removible por la autoridad, pero no así por el público en general. Las aberturas se construirán regularmente espaciadas a lo largo de la vía.
- En vías expresas con control parcial de accesos, se podrán aceptar para dar servicio a ciertas áreas marginales a la vía. Si estas facilidades se dan de acuerdo con un estudio es posible elegir los lugares más adecuados para hacerlo, si esto no se prevé, la presión pública posterior suele obtener aberturas a través de la mediana en mayor número y en peor ubicación.
- En relación con cruces a nivel de importancia o enlace, suelen diseñarse aberturas para giros en U a distancias de 400 a 600 metros del cruce propiamente tal, ya se con el objetivo de permitir el retorno de aquellos pocos conductores que por desconocimiento de la intersección equivoquen la maniobra, o bien para trasladar algún giro de poca importancia, desde el cruce a la abertura para giro en U, con el objeto de eliminar algunos puntos de conflicto en el propio cruce.
- Inmediatamente antes de una intersección importante, con el objeto de posibilitar giros en U que de otro modo se darían en la intersección misma, obstaculizando el tránsito que cruza la vía principal. Esta situación es especialmente válida en zonas urbanas en que el desarrollo lateral es de consideración.

**(8) Ancho de la Mediana y Tipo de Maniobra Asociada al Giro en U.** Evidentemente para que el giro en U no produzca demasiados trastornos, es necesario que la mediana tenga un ancho lo mayor posible. La lámina 6.02.110 (8) A indica los anchos mínimos requeridos según sea el tipo de maniobra que se está realizando.

La posibilidad de efectuar las maniobras descritas, con un trazado mínimo de los previstos en la lámina citada puede resumirse como sigue:

**TABLA 6.02.110 (8) A**  
**TIPOS DE MANIOBRAS EN MEDIANAS**

ANCHO DE LA MEDIANA (m)	TIPO DE MANIOBRA POSIBLE EN UNA VIA DIVIDIDA, DE CUATRO PISTAS:	PERMITE MIENTRAS SE ESPERA EN LA MEDIANA PARA:	REFUGIO
18	Permite a todos los vehículos girar en U, prácticamente de pista interior a pista interior opuesta.	Todos los vehículos	
12	Permite a los automóviles L, girar en U de pista interior a pista interior, y a algunos camiones de pista exterior a pista exterior; los grandes camiones ocupan parcialmente la berma (vías expresas)	L y C	
9	Permite a los automóviles girar de pista interior a pista exterior, y los camiones con utilización de ambas bermas (vías expresas)	L y C	
6	Permite a los automóviles girar de pista exterior a pista exterior o de pista interior a berma. Es imposible el giro de camiones.	L	

Cuando no pueda disponerse del ancho necesario en la mediana y el giro en U sea importante, se recurre al empleo de otros trazados excepcionales, tales como los indicados en la figura 6.02.110 (8) B.

**(9) Aplicación de los Trazados para Medianas Abiertas a las Islas Divisorias en Intersecciones.**

Todas las recomendaciones expuestas en los párrafos anteriores para el trazado de medianas abiertas, son de aplicación, en el caso de islas de separación de sentidos en vías importantes, ya que en definitiva estas últimas pueden considerarse como una mediana que se introduce con carácter discontinuo en tales vías.

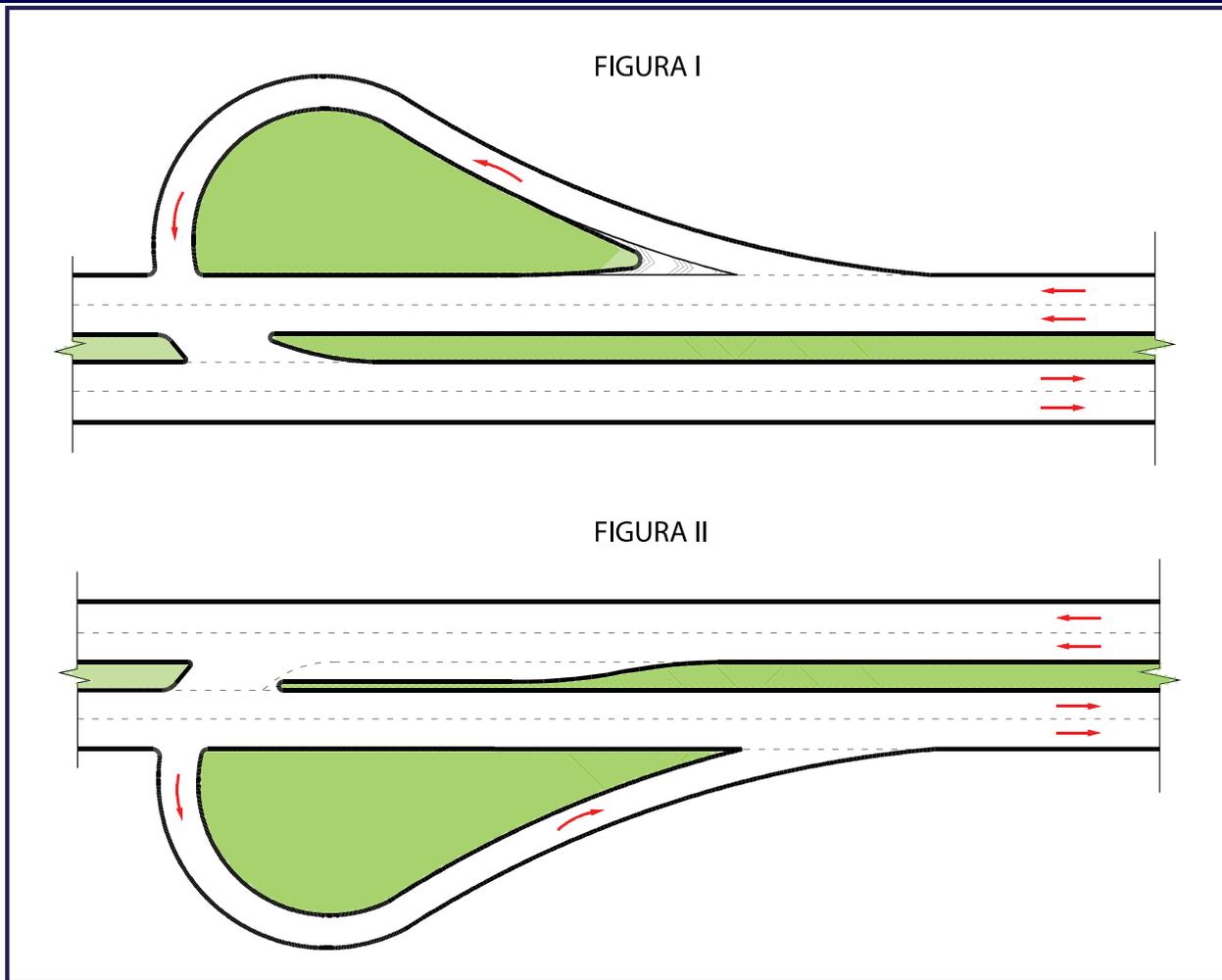
Definición en Planta

TIPO DE MANIOBRA		ANCHO MÍNIMO DE LA MEDIANA "M" EN m. PARA VEHÍCULO TIPO		
		L	C	VA
PISTA INTERIOR A PISTA INTERIOR		12	21	20,50
PISTA INTERIOR A PISTA EXTERIOR		8,50	17,50	17
PISTA INTERIOR A BERMA		5,50	14,50	14
PISTA EXTERIOR A PISTA EXTERIOR		5	14	13,50
PISTA EXTERIOR A BERMA		2	11	10,50
BERMA A BERMA		0	8	7,50
LONGITUD MÍNIMA DE APERTURA, m.	L - REMATE CON TRANSICIÓN (1)	6	6	9
	L - REMATE SEMICIRCULAR (2)	7	6	9

NOTAS:

- Usar las siguiente combinaciones de radios  
 Para M = 9 m. o menos: 15/0,4 m. /15  
 Para M = 12 m. a 15 m.: 22,5/0,4 m./22,5  
 Para M = 19 m. a 24 m.: 30 / 0,4 m./30
- La longitud L es mayor cuando M > 15 m. remate con transiciones preferible

Fig. 6.02.110(8)A  
Abertura de Mediana, Mínimo para Giros en "U"



**Fig. 6.02.110(8)B 2**  
**Diseños para Giro en "U" en Mediana Estrecha**

**6.02.111 Intersecciones con Vías de Servicio Laterales.** Las calles laterales de servicio, propias de las autopistas, pueden eventualmente ser contempladas en algunos tramos de vías urbanas, con el fin de controlar parcialmente los accesos a estas últimas y por consiguiente mejorar sus capacidades. Es preciso tener en cuenta, eso sí, que las intersecciones a nivel que se producen en tales circunstancias son mucho más complejas y peligrosas, al ser ellas, en realidad, tres intersecciones adyacentes.

En zonas donde la vialidad transversal es de importancia menor, las intersecciones con la vía principal puede ser simplemente eliminadas o resueltas para acomodar los giros de los vehículos particulares. En zonas comerciales o densamente pobladas, en cambio, será necesario prohibir algunos movimientos y diseñar fases de semáforo adicionales, todo lo cual permite simplificar la operación, pero a costa de demoras crecientes.

Es preferible diseñar la intersección de la manera más amplia posible, especialmente en lo que se refiere a los bandejones que separan las calzadas principales de las laterales.

## Definición en Planta

Un ancho de 35m para tales bandejones es el mínimo deseable cuando el tránsito es intenso, ya que permite la colocación de señalización para dirigir al tránsito que ingresa a esta zona, ofrece un espacio de almacenamiento importante, permite giros cómodos en "U" si las vías laterales son bidireccionales y alivia el problema de las entradas contra el tráfico.

Los giros más afectados por el ancho del bandejón son:

- Giros a la izquierda desde la calle lateral a la calle transversal.
- Giros en U desde las pistas de paso a las de la calle lateral (bidireccional).
- Giros a la derecha desde las pistas principales de la vía hacia la calle transversal.

Si se restringe alguno o la totalidad de estos movimientos, según las conveniencias del caso, se puede reducir el bandejón a los mínimos absolutos de la tabla 5.02.402 A. En tales casos hay que extremar las precauciones para evitar las entradas a contramano, mediante señalización exhaustiva.

Los demás elementos de una intersección de esta naturaleza son los mismos de las convencionales. En la figura 6.02.111 A aparecen cuatro esquemas de vías con calles laterales de servicio cruzadas a nivel por una transversal. En ellas se consideran posibles todos los movimientos, controlados mediante semáforos. También se han considerado pistas de deceleración para giros a la derecha, las cuales pueden requerir una longitud de espera si el ancho del bandejón no es suficiente.

En las figuras I y II se muestran dos diseños que persiguen una situación ideal para vías de esta naturaleza, con calles laterales bidireccionales. Anchos de bandejones de ese orden suponen todas las ventajas posibles, pero evidentemente se requiere la habilitación de una plataforma vial de grandes dimensiones. El diseño en planta de las calles laterales de la figura II dependerá de la velocidad de diseño de las mismas.

En la figura III se dibujan dos diseños alternativos para un bandejón que permite giros en "U" a vehículos particulares. En la mitad inferior se tiene un bandejón constante de 8m, alterado sólo por la aparición de una cuña de deceleración, que es coherente con una calle lateral que continúa sin variaciones a través de la intersección. La cuña reduce el espacio para giros en "U", pero es preferible eso al entorpecimiento que se produce cuando los vehículos que giran disminuyen su velocidad en las pistas directas.

En la mitad superior, donde el bandejón es inferior a 8m, éste se ensancha en las proximidades de la intersección, hasta dicho mínimo, a costa de la sección de la calle lateral. En este caso ello se consigue eliminando la banda de estacionamiento.

Las líneas de trazos en el último caso muestran el diseño para el caso de tener que mantener el ancho de la calzada lateral.

En la figura IV aparece un esquema para calles laterales unidireccionales. Se proveen pistas de deceleración tanto para giros a la izquierda como a la derecha y canalizaciones (en negro), mediante islas de baja altura (entre 5 y 10 cm). El bandejón es de 6m, mínimo deseable para proveer una pista de giro a la derecha.

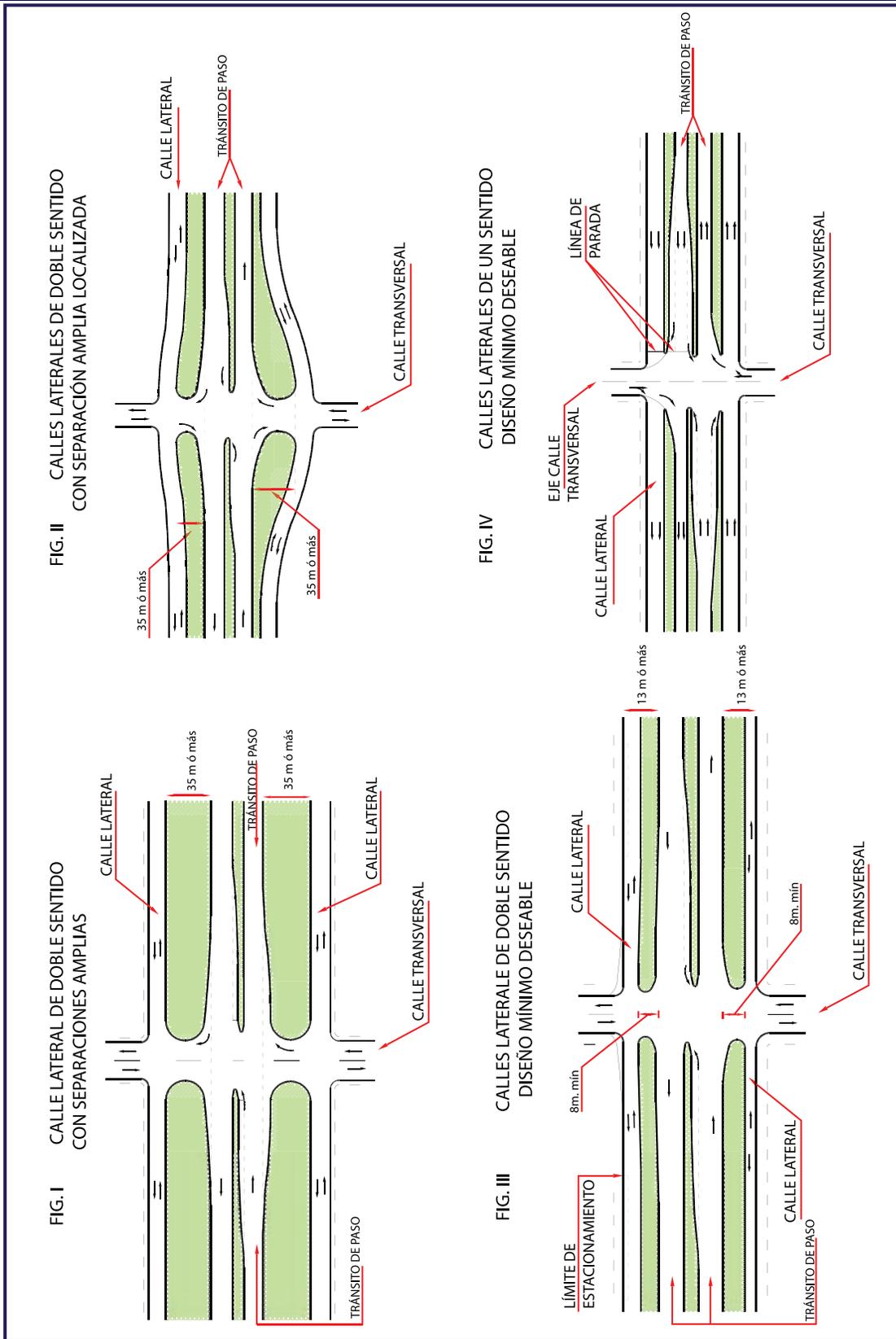


Fig. 6.02.111 A  
Intersección en Vías de Servicio Laterales

## Definición en Planta

## 6.02.112 Ciclistas en Intersecciones

**(1) Intersecciones Desniveladas.** El problema de la seguridad para los usuarios de bicicletas se concentra en las intersecciones. De hecho, una solución inadecuada de estos puntos puede invalidar un diseño de ciclistas.

Si se desea mantener el mismo nivel de seguridad en las intersecciones que en una ciclopista, será preciso recurrir a cruces a desnivel.

En Chile esta posibilidad es, por falta de un estudio comprensivo de las posibilidades de una red para bicicletas, algo de muy improbable ocurrencia. Sin embargo, se dirá que un paso inferior de esta naturaleza debe contemplar un gálibo vertical de 2,5 a 3,0m, y su ancho mínimo debe ser de 3,0 a 4,0m, para compensar el efecto de pared que se produce.

El dimensionamiento exacto del ancho en función de los volúmenes se tabula a continuación:

**TABLA 6.02.112 A**  
**ANCHOS DE PASOS A DESNIVEL PARA BICICLOS**

VOLUMENES Biciclos/hora	PISTA UNIDIRECCIONAL		PISTA BIDIRECCIONAL*	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
2.000	3,0	3,0	3,0	3,5
2.500	3,0	3,5	3,5	4,0
3.000	3,5	4,0	4,0	4,0
4.000	4,5	4,5	4,5	4,5

\* Volúmenes totales.

**(2) Intersecciones con Circulación Canalizada.** Cuando los pasos a desnivel para bicicletas resultan onerosos, se puede recurrir a un esquema básico como el que se ilustra en la lámina 6.02.112 A (Figura I), que responde a principios similares a los que se aplican para el cruce de peatones.

El cruce se efectúa perpendicularmente al eje de la calzada, con el fin de que la travesía sea lo más corta posible y se aprecie mejor la velocidad de los vehículos.

Antes del cruce propiamente tal, se deja un espacio de unos 3 m con el propósito de ofrecer un espacio de espera.

Antes de esta área de almacenamiento, la pista describe una curva de radio comprendido entre 3 y 5 m. con el fin de hacer sentir a los ciclistas que se acerca a una zona peligrosa. Conviene utilizar un pavimento distinto para esta zona.

Es útil implantar los setos que se ilustran, de baja altura, con el fin de asegurar que el ciclista siga la ruta diseñada para encauzar su desplazamiento.

Este diseño puede ejecutarse con o sin semáforos.

(3) Intersecciones en la Calzada. En la Figura II y III, de la misma lámina se esquematiza el paso de una ciclovía, desarrollada por la acera, a una ciclobanda, desarrollada por la calzada.

Este esquema asegura la continuidad funcional de la trayectoria que ha de seguir el ciclista, a la vez que proporciona el resguardo del vehículo menor ante el paso de vehículos motorizados.

(4) Intersecciones con Bandejón Central. Estos casos corresponden a trazados en los que se aprovecha la presencia de un bandejón central amplio que permite desarrollar parte del trazado total de la ciclovía al interior de dicho bandejón.

En la Figura III se esquematiza el caso en que el trazado de la ciclovía viene por la acera y se incorpora éste al bandejón central aprovechando la intersección de la calzada principal con otra vía. En esta situación el ciclista es obligado por el trazado de la ciclovía a disminuir velocidad y a operar como un peatón mas en el cruce, lo cual resulta conveniente bajo la perspectiva de seguridad, reestableciéndose la operación de la ciclovía inmediatamente se incorpora el trazado de dicha ciclovía al bandejón central.

En la Figura IV se esquematiza el caso en que el trazado de la ciclovía viene por el bandejón central y, pasado el cruce vehicular, continua su trazado por el bandejón central, con la salvedad de que, al llegar al cruce, se introduce una desalineación del trazado, curva y contracurva, a fin de que esta pérdida relativa de continuidad en el trazado, sirva para advertir al ciclista de la situación especial que conlleva el atraveso del cruce vehicular, haciéndolo disminuir velocidad.

Definición en Planta

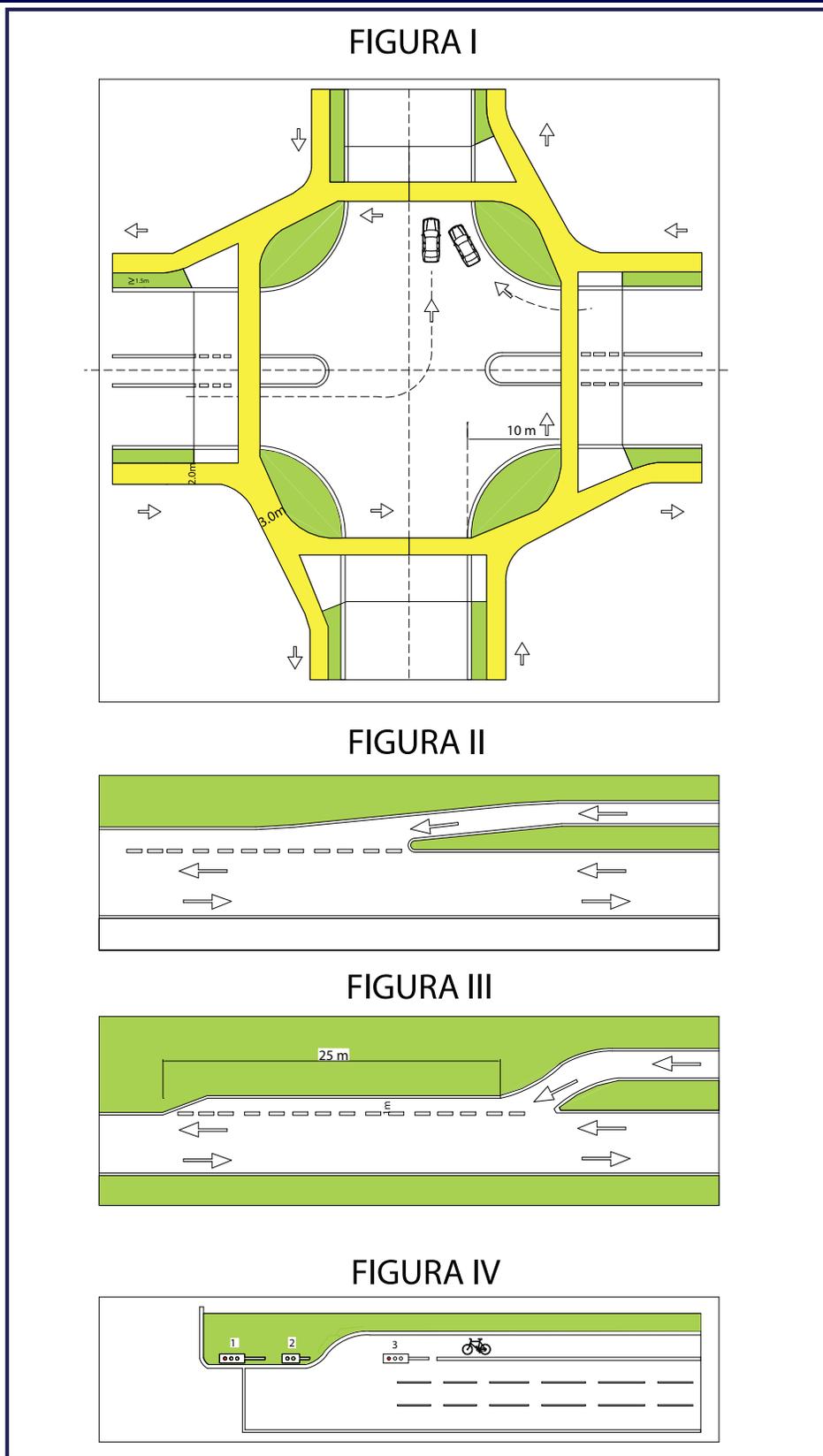


Fig. 6.02.112 A  
Ciclistas en Intersección

## 6.02.2 ALTIMETRÍA DE LAS INTERSECCIONES

**6.02.201 Aspectos Generales.** Las intersecciones son superficies a las que confluyen vías que presentan características altimétricas propias, las cuales deben ser compatibilizadas teniendo en cuenta tres aspectos que se interrelacionan: el drenaje, la continuidad de los perfiles involucrados y las inclinaciones transversales a los movimientos de giro.

Por lo general, en intersecciones urbanas, la mayoría de las cuales se desarrollan en una plataforma única, dicha compatibilización supone sacrificar en alguna medida los dos últimos aspectos, ya que un adecuado drenaje es intransable, por los daños, inconvenientes y riesgos que produce una solución inadecuada en este sentido.

A medida que la intersección crece, va siendo cada vez más posible obtener una superficie que permita, a la vez, respetar peraltes para los vehículos que giran (ramales independientes); dar continuidad a los perfiles longitudinales de la vía secundaria, haciendo que ella se ajuste a la pendiente transversal de la principal, con la sola discontinuidad que supone un bombeo a dos aguas en esta última (véase lámina 6.02.201 A), y todo esto sin impedir que el agua encuentre, en cualquier punto de la plataforma, una pendiente suficiente para iniciar su fluir hacia el desagüe más cercano.

Existen numerosas combinaciones de altimetría posibles según las características en elevación de las vías que se cruzan y de las características de la intersección, sin considerar siquiera la posibilidad de que alguna(s) de las vías confluyentes presente una planta en curva. Resulta prácticamente imposible la descripción de cada una de ellas.

Sí es posible normalizar criterios en algunos aspectos tales como la forma de desarrollar el peralte en ramales de giro, lo cual será considerado como un problema de altimetría en estas circunstancias, o algunas situaciones básicas para intersecciones mínimas en recta y con ángulos próximos a 100°.

## Aspectos Generales

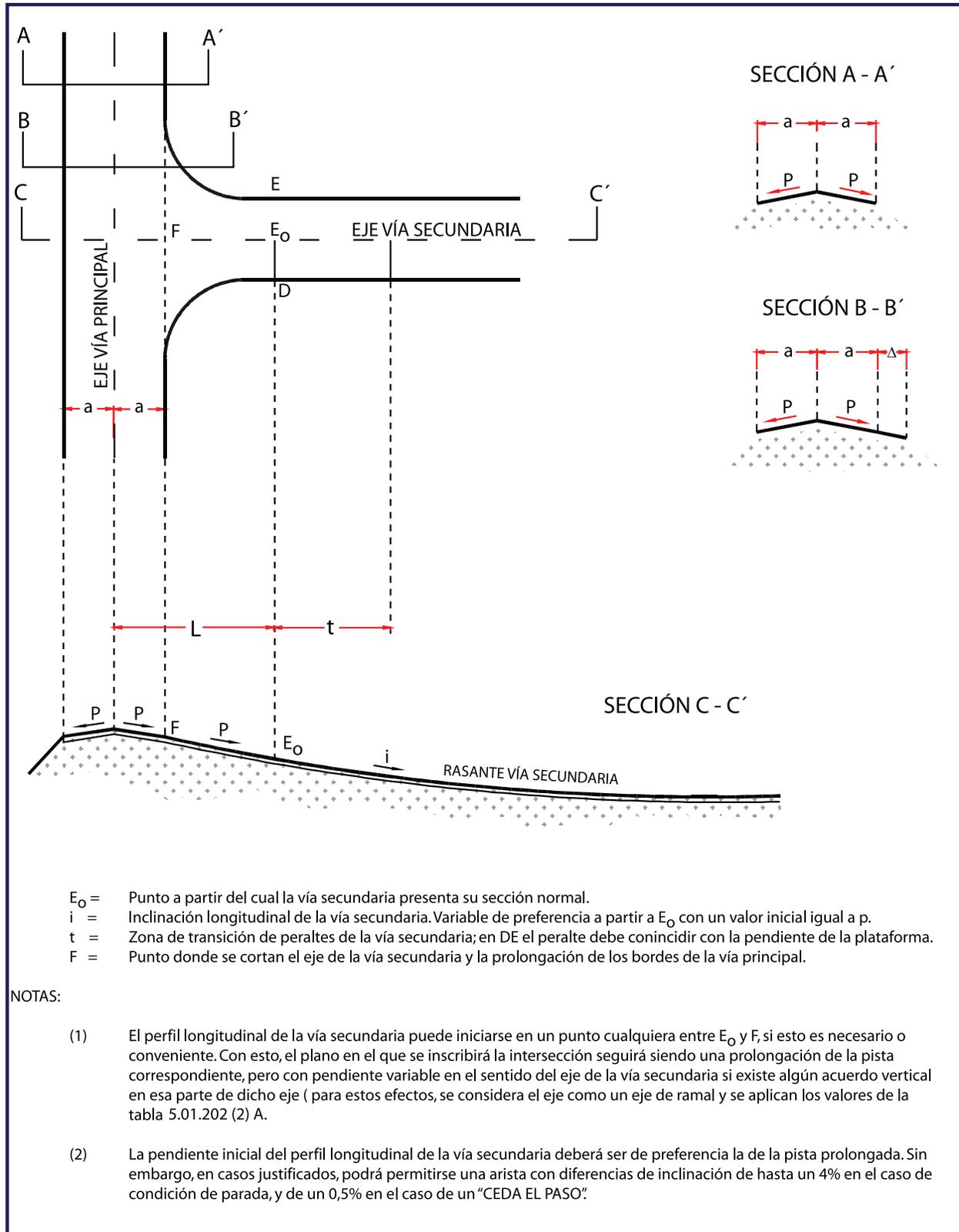


Fig. 6.02.201 A  
Perfil Longitudinal Derivado de Vía Primaria

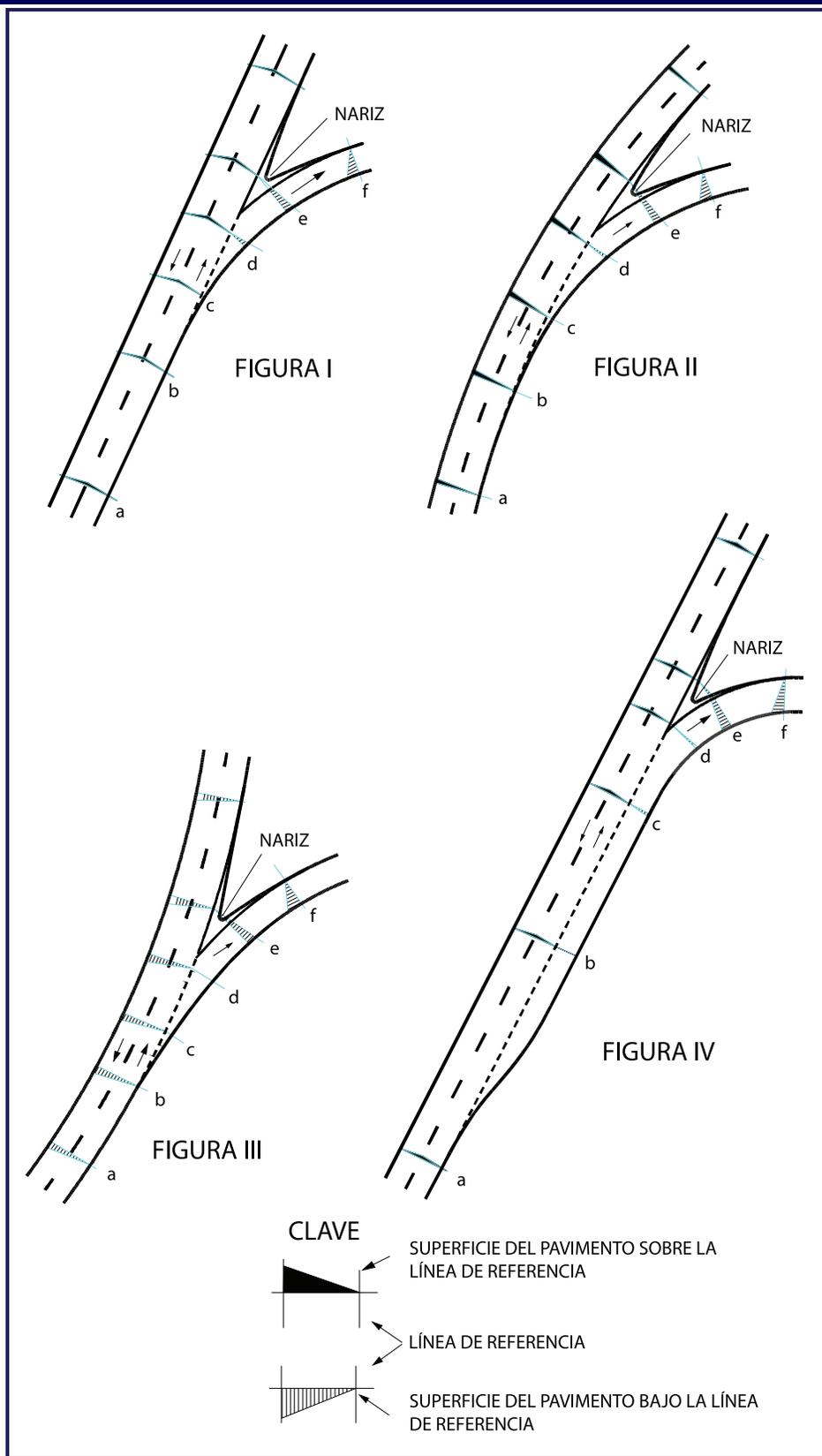


Fig. 6.02.202 (1)  
Desarrollo del Peralte en Terminales de Giro

## Aspectos Generales

## 6.02.202 Desarrollo de Peraltes en Terminales de Giro

**(1) Aspectos Generales.** Como se ha insinuado, rara vez es posible proveer inclinaciones transversales coherentes con la curvatura en terminales donde la intersección es poco más que un ensanche del pavimento, donde se desea mantener la pendiente transversal de la vía principal y donde existe un límite práctico entre dicha pendiente y la del ramal, la cual no puede superar ciertos valores.

Para diseñar un terminal de salida debe partirse suponiendo fijas las condiciones altimétricas de las pistas de paso, determinada por las circunstancias del diseño de las mismas. A medida que la curva de salida diverge de la calzada principal, el borde del pavimento que se ensancha – curvo o recto según el diseño – puede variar en elevación con respecto al borde de la calzada de paso, que es una línea teórica desde el momento que ya no existe tal borde. Esta variación debe ser gradual.

Un poco después del punto donde se consigue el ancho total del ramal de giro, aparece la “nariz”, generalmente con soleras, que separan las dos calzadas. Allí donde la curva de salida es pequeña y sin cuña completa ni curva de transición, no es posible desarrollar una gran parte del peralte del ramal antes de dicha nariz. Más allá de ella, dependiendo de la longitud del ramal, se podrá conseguir dicho peralte. Cuando la curva en cuestión supone una desviación lenta con respecto a la alineación principal, es posible efectuar una transición adecuada del peralte.

El método más deseable para dicha transición, aparece en la lámina 6.02.202 (1) A. En la figura I de la misma se muestra el caso de un desarrollo del peralte para un ramal que sale de una calzada en recta. Desde a a b, se prolonga la pendiente transversal de la pista exterior de la calzada de paso. El ancho en b es convencional, de 0,25 a 1,00m, dependiendo de las conveniencias del caso, y ello facilita la construcción de este punto. Más allá de b, existe un ancho suficiente para empezar a inclinar transversalmente la cuña con respecto al bombeo de la pista adyacente, como en c. En d, que es donde se tiene el ancho del ramal, se puede tener una pendiente transversal aún mayor. Esta inclinación se aumenta en las proximidades de la nariz, en el punto e, lo cual se facilita inclinando hacia abajo el pavimento de la “punta”. Más allá de la nariz, en f, el pavimento se torsiona tan rápido como las condiciones lo permiten hasta conseguir el peralte total.

En la figura II, la calzada principal va en curva, cuyo sentido favorece el diseño si el peralte es superior al bombeo. En tales casos, no es raro poder conseguir la totalidad del peralte en las vecindades de e y f.

Menos favorable es el caso que se presenta cuando la calzada principal presenta una curvatura en sentido opuesto a la del ramal, como se ilustra en la figura III. Dependiendo del valor del peralte de la vía de paso, puede ser impracticable invertir la inclinación transversal del pavimento auxiliar, por lo menos hasta haber conseguido un ensanche mayor. Esto por razones de estética, comodidad y seguridad. Lo típico es mantener el peralte de la calzada de paso hasta b, y a partir de allí empezar a disminuir dicha inclinación hasta conseguir la horizontal en d. Desde ese punto hasta la nariz, se puede desarrollar una parte del peralte del ramal, ya sea generando una arista por el centro de la punta o haciendo esta horizontal. El resto del peralte debe desarrollarse más allá de la nariz. Véase figura IV.

Cuando existe pista de deceleración en paralelo, ésta provee de suficiente espacio como para conseguir que el peralte del ramal se consiga en las vecindades de la nariz.

Estos esquemas son también válidos para terminales de entrada, excepto que en tal caso la "nariz", más pequeña estaría situada en las proximidades de d.

**(2) Aristas entre Calzada y Superficies Anexas.** Estas aristas no se refieren a las que se forman en el centro de la calzada como producto del bombeo, sino a la diferencia algebraica entre las pendientes transversales distintas de dos pavimentos adyacentes. Donde ambos pavimentos vierten hacia afuera de la arista, la diferencia algebraica es la suma de sus pendientes transversales; donde ellos vierten en la misma dirección es la diferencia de dichas inclinaciones.

Aspectos Generales

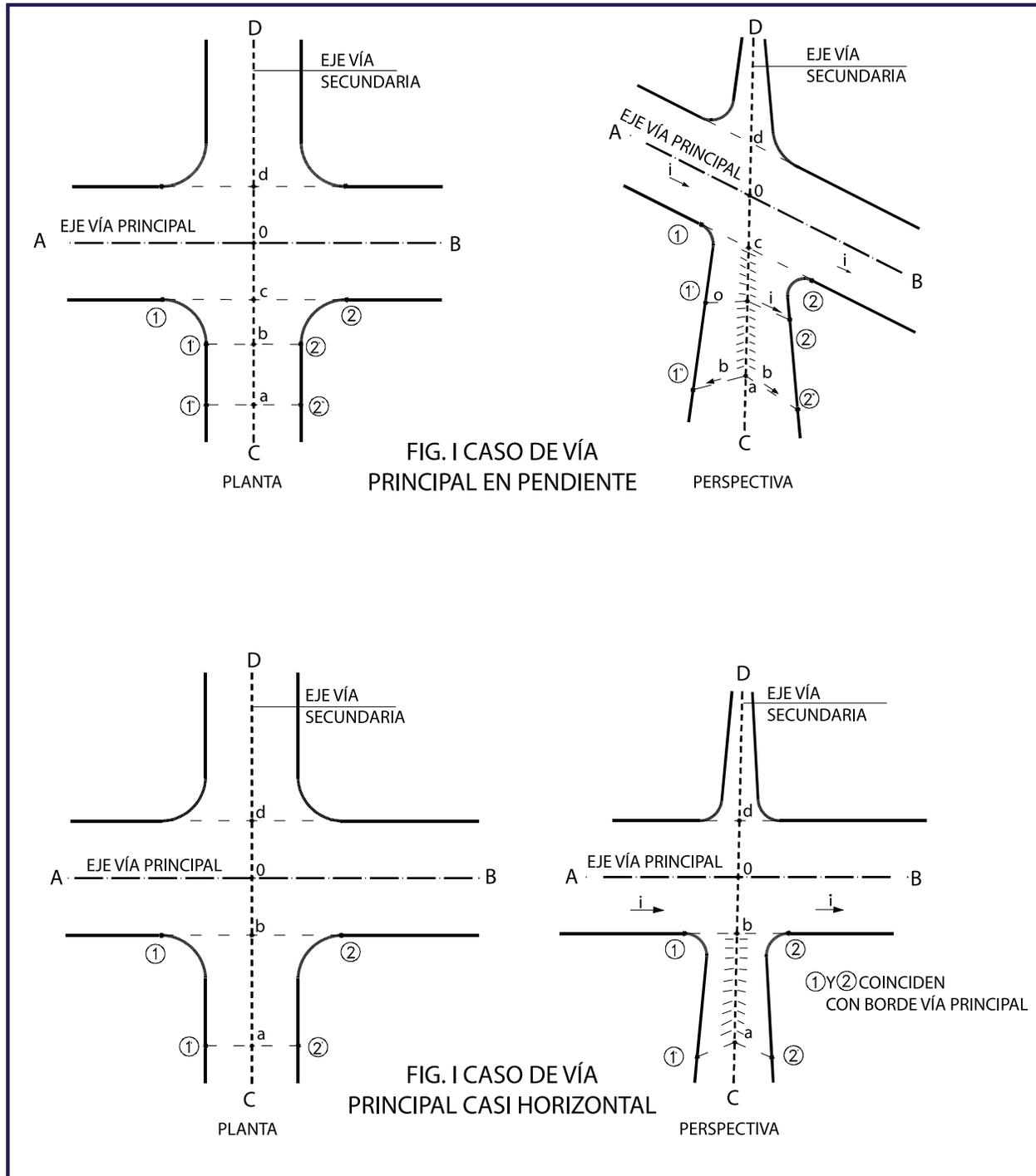


Fig. 6.02.203 A  
Altimetría en Intersecciones Mínimas en Ángulo Recto

Una diferencia algebraica deseable en una arista de este tipo es del 4%, pero puede ser mayor si la velocidad de diseño es baja y no hay un gran tráfico pesado. Los valores máximos aparecen en la tabla a continuación.

**TABLA 6.02.202 (2) A**  
**DIFERENCIAS ALGEBRAICAS MAXIMAS EN ARISTAS DE TERMINALES**

VELOCIDAD DE DISEÑO DEL RAMAL (km/h)	DIF. ALG. MAX. DE LA ARISTA ENTRE CALZADA Y RAMAL (%)
25 – 35	5 – 8
40 – 50	5 – 6
55 – 70	4 – 5

**(3) Transición de Peraltes.** El desarrollo del peralte a lo largo de un pavimento auxiliar de ancho creciente y a lo largo de la totalidad de un ramal no debe ser abrupto. En realidad, debe aplicársele los criterios consignados en el párrafo 5.02.205.

El procedimiento para definir la transición puede ser el siguiente, utilizando la figura I de la lámina 6.02.202 (1) A.

- Se busca el peralte que corresponde a la velocidad de diseño y el radio de curvatura limitante del ramal, permitiendo hasta un peralte máximo del 8%. Tablas 5.01.202 (5) A, B, C y D.
- Se define la pendiente relativa de borde ( $j$ ) que se usará, que puede ser el máximo de la tabla 5.01.205 (1) A.
- Se comprueba lo que ocurre con  $j$  si se permite en  $d$  una diferencia algebraica razonable de la arista pertinente. Puede ocurrir que sea posible conferir la totalidad del peralte en  $d$ , pero ello no será necesario si la curva circular limitante se inicia más lejos. Si tal es el caso, es preferible suponer conseguido el peralte total en dicho punto y comprobar  $j$  suponiendo que se debe llegar a tal inclinación a partir del bombeo en el punto  $b$ .

**6.02.203 Principios Básicos para Definir la Elevación de Intersecciones en Plataforma Unica.** Este tipo de intersección es el más común en las ciudades. Se refiere al típico encuentro de dos calles en un ángulo aproximadamente recto en los cuales es preciso hacer coincidir altimétricamente los pavimentos involucrados. Esta operación, como se ha dicho ya, está dirigida por los requerimientos de drenaje, que recomiendan conferir a la plataforma una línea de máxima pendiente del orden del 2%, aunque eventualmente este valor pueda reducirse hasta un 1% si el recorrido del agua por dicha línea es breve (5 – 10m).

En este caso, para efectos de la definición en sección longitudinal, se deberá partir del supuesto que una de las vías es prioritaria. Esta será aquella de mayor importancia en términos de categoría y flujos.

La altimetría de la vía principal quedará fija según las características propias de su trazado: perfil longitudinal y transversal.

Aspectos Generales

La altimetría de la vía secundaria deberá adaptarse a la de la anterior. Es decir, su perfil transversal, en el punto de empalme con el borde de la calzada principal, debe coincidir con el perfil longitudinal de dicho borde.

Si el borde en cuestión tiene una pendiente longitudinal superior al 1,0% y la calle transversal también, es preferible modificar el bombeo de esta última hasta ponerlo "a una agua", de tal modo que tenga la magnitud y sentido del referido borde. (Fig. I lámina 6.02.203 A). Esto se hace en una longitud coherente con lo dicho en 5.01.205.

Si la intersección se produce en zona plana, donde no se pueda garantizar un buen drenaje si se ejecuta este esquema, será necesario hacer empalmar el eje de la vía secundaria sobre el borde de la calzada principal y resolver el empalme de los bordes de la secundaria con el de dicha calzada mediante la creación de dos superficies regladas, que en la figura II de la lámina 6.02.203 A serían 1'abl y a2'2b. Estas superficies deberán afectar un tramo de la vía secundaria comprendido entre los 5 y 8 metros.

Siempre que sea posible se intentará adecuar el perfil longitudinal de la vía secundaria de tal modo de hacerlo coherente con el perfil transversal de la principal. En las figuras citadas, esto significa que la rasante entre Oc y Od (fig. I) debería prolongarse más allá de c y d en forma continua. Si tal cosa no es posible, se permite un quiebre, dicha rasante, generándose una arista en ①-②. Los valores máximos de la diferencia algebraica entre las inclinaciones de la superficie de los pavimentos que forman tal arista se tabulan a continuación.

**TABLA 6.02.203 A**  
**DIFERENCIAS ALGEBRAICAS MAXIMAS ENTRE CALZADAS PRINCIPALES Y TRANSVERSALES**

V (km/h)* CALLE SECUNDARIA	DIFERENCIAS ALGEBRAICAS MAXIMAS ENTRE PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA CALZADA PRINCIPAL Y PENDIENTE LONGITUDINAL DE LA CALZADA SECUNDARIA
25 – 35	4%
40 – 50	2%
> 50	1%

\* En el caso de empalmes, debe considerarse los valores de la tabla 6.02.202 (2) A.